Dem hochwohlgeborenen

Herrn k. und k. General-Major

Emil Ritter von Guttenberg,

Chef des Eisenbahn-Bureau des k. und k. Generalstabes,
Commandeur des Franz Josef-Ordens, Ritter des Leopold-Ordens
mit der Kriegs-Decoration, Besitzer der Verdienst-Medaille
am Bande des Militär-Verdienst-Kreuzes etc. etc. etc.,

dem hochverehrten Chef der unter Militär-Verwaltung stehenden Eisenbahnen Bosniens

in tiefster Ehrfurcht zugeeignet

vom

Verfasser.



IM BEREICHE

DER SCHMALSPUR.



IM BEREICHE

DER

SCHMALSPUR.



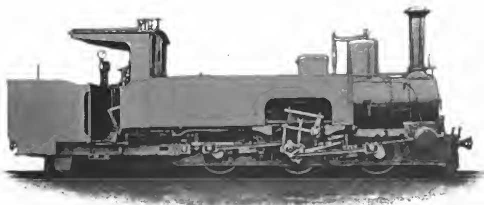
Eine Darstellung

der hervorragendsten Errungenschaften auf dem Gebiete des schmalspurigen Eisenbahnwesens

von

F. ŽEŽULA,

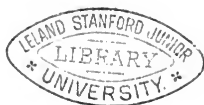
Ingenieur der k. und k. Bosnabahn.



SARAJEVO.

DRUCK UND VERLAG VON SPINDLER & LÖSCHNER.

1893.



Dem hochwohlgeborenen

Herrn k. und k. General-Major

Emil Ritter von Guttenberg,

Chef des Eisenbahn-Bureau des k. und k. Generalstabes,
Commandeur des Franz Josef-Ordens, Ritter des Leopold-Ordens
mit der Kriegs-Decoration, Besitzer der Verdienst-Medaille
am Bande des Militär-Verdienst-Kreuzes etc. etc. etc.,

dem hochverehrten Chef der unter Militär-Verwaltung stehenden Eisenbahnen Bosniens

in tiefster Ehrfurcht zugeeignet

vom

Verfasser.

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Vorwort

I. Theil. Das Wesen der schmalen Spurweite.

A. Die schmalspurigen Adhäsionsbahnen.

Richtungs-Verhältnisse . . . 5
Neigungs-Verhältnisse . . . 6
Anlagekosten . . . 9
Einfluss der Steigungen auf die Zugsbelastung . . . 12
Fahrgeschwindigkeit . . . 14
Fahrbetriebsmittel: a) Locomotiven . . . 16
b) Personenwagen . . . 23
c) Güterwagen . . . 33
Die Leistungsfähigkeit der Schmalspur . . . 40
Führung des Betriebes auf schmalspurigen Eisenbahnen . . . 44

Finanzielle Ergebnisse der schmalspurigen Eisenbahnen.

Einnahmen und Ausgaben . . . 47
Umladekosten . . . 50
Vertheilung der Ausgaben . . . 56
Bahnaufsicht und Bahnerhaltung . . . 57
Zugförderungs- und Werkstätten-Kosten . . . 59
Locomotiv-Feuerungskosten . . . 60
Erhaltung der Fahrbetriebsmittel . . . 63

B. Zahnradbahnen.

Steigungs-Verhältnisse . . . 67
Locomotiven . . . 68
Personenwagen . . . 78
Betriebssicherheit . . . 78
Finanzielle Ergebnisse . . . 80

II. Theil. Beispiele ausgeführter Schmalspurbahnen.

A. Adhäsionsbahnen.

Die k. und k. Bosnabahn . . . 87
Die Schmalspurbahnen des Darmstädter Eisenbahn-Consortiums . . . 94
Das Decauville-System . . . 97
Die Doberan-Heiligendammer Eisenbahn . . . 103
Bosn. herc. Staatsbahn Doboj-Simin Han . . . 105
Die Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln . . . 108
Strassenbahn Frauenfeld-Wyl . . . 115

Seite
Die Eisenbahnen Menaggio-Porlezza und Ponte Tresa-Luino 121
Die schmalspurigen Linien der Localbahn-Actien-Gesellschaft in München 125
Die Scaletta-Bahn (Landquart-Davos) 129
Die sächsischen Schmalspurbahnen 135

B. Eisenbahnen gemischten Systems.

Die Appenzeller Strassenbahn (St. Gallen-Gais) 145
Die Brünig-Bahn 155
Die bosn. herc. Staatsbahn Sarajevo-Metković 160
Die Eisenbahn Visp-Zermatt 167

C. Zahnradbahnen.

Die Generosobahn 172
Die Pilatus-Bahn 179

D. Industriebahnen.

Die Usorathal-Bahn 188
Montanbahn Vogošća-Cjevljanović 190
E. Feld- und Waldbahnen 191
F. Die schmalspurigen Trambahnen 203

Anhang.

Das Dampfläutewerk in seiner Anwendung als Sicherheitssignal bei Eisenbahnen . . . 208

Ein Gefühl freudiger Genugthuung muss jeden Anhänger der schmalen Spurweite erfüllen, wenn er die stattliche Anzahl der bis jetzt dem Betriebe übergebenen schmalspurigen Eisenbahnen überblickt; trotz aller Anfeindungen, trotz der noch bis vor Kurzem an den Tag gelegten Abneigung der breitesten Schichten der Bevölkerung hat sich die schmale Spurweite siegreich Bahn gebrochen.

Überraschen konnte dieses Resultat Niemanden, der mit Aufmerksamkeit der Entwicklung unseres Eisenbahnwesens gefolgt ist. Die grossen Schienenwege, bei deren Zustandekommen ganze Staaten und Länder engagiert waren, sind zum grössten Theile fertig gestellt; für die localen Bedürfnisse jedes einzelnen Bezirkes Eisenbahnen zu bauen oder wenigstens ausgiebig zu subventioniren, ist aber kein Staat reich genug. Dass unter solchen Verhältnissen die Wahl der, auf Selbsthilfe angewiesenen Interessenten unwillkührlich und trotz ihres anfänglichen Widerstrebens auf die schmale Spurweite fallen musste, war vorauszusehen; gilt es doch, sich mit möglichst geringen Mitteln die Wohlthaten einer allen Anforderungen entsprechenden Schienenverbindung zu sichern und das aufgewendete Kapital auch hinreichend zu verzinsen.

Zu diesem raschen Umschwunge der öffentlichen Meinung haben die hervorragenden Einrichtungen und befriedigenden Resultate der bis jetzt betriebenen Schmalspurbahnen sehr viel beigetragen. Dass sich dieselben — wie es schon die isolirte Lage der einzelnen Linien mit sich brachte — ziemlich unabhängig von einander entwickelt haben, war der Sache nur förderlich. Und so bietet ein Vergleich dieser Bahnen des Interessanten und Lehrreichen ausserordentlich viel, nicht nur für den Fachmann, welcher jeden Fortschritt mit Befriedigung begrüssen wird, sondern auch für das, an der Realisirung derartiger Linien betheiligte Publikum.

Einen solchen Vergleich zu ziehen, ist der Zweck dieses Buches. Gelingt es dem Verfasser, zur Erkenntnis der Schmalspur sein Scherflein beizutragen und derselben neue Freunde zu erwerben, dann ist auch die Aufgabe, die er sich gestellt hat, glücklich gelöst, und erübrigt demselben nur noch, den geehrten Verwaltungen der Eisenbahnen und industriellen Etablissements für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen an dieser Stelle seinen tiefgefühlten, wärmsten Dank abzustatten.



I. Theil.

Das Wesen der schmalen Spurweite.

A. Die schmalspurigen Adhäsionsbahnen.

Richtungs-Verhältnisse.

Der wesentlichste Vortheil, welchen die schmale Spurweite aufzuweisen hat, liegt in der Anwendung scharfer Curven, wodurch sich die Trace dem Terrain auf das äusserste anschmiegen lässt. Dass diese Krümmungen auf die Leistungsfähigkeit und Betriebskosten der schmalspurigen Eisenbahnen keinen ungünstigeren Einfluss als wie die bei Vollbahnen gebräuchlichen ausüben, wird im weiteren Verlaufe eingehend erörtert werden.

Bekanntlich sind für normalspurige Hauptbahnen Radien unter .180, für normalspurige Nebenbahnen in der Regel solche unter 150 *m* unzulässig. Dagegen gestattet, wie zahlreiche im Betriebe stehende Schmalspurbahnen beweisen, die Spurweite von 1·00 *m* noch die anstandslose Anwendung von Bögen bis zu 30 *m*, die 60 *cm* Spur aber noch solche von 19 *m* Radien. So besitzen die mit 1·00 *m* Spurweite angelegten Eisenbahnen Genève-Veyrier und Rawensburg-Weingarten je 44, die Strassburger Strassenbahn 42, die Birsigthalbahn und die Mannheim-Weinheim-Heidelberger Localbahn je 40, die Walhalla-Bahn 37 *m*, die Eisenbahn Frauenfeld-Wyl und die Voies étroites Genève je 35, die Appenzeller Strassenbahn, die Mainzer Localbahn, sowie die Darmstädter und die Wiesbaden-Biebricher Dampfstrassenbahnen je 30 *m* Radien, während bei der Himalaya-Bahn (61 *cm* Spur) Curven von 21 *m*, bei den Breslauer Schmalspurbahnen mit 60 *cm* Spurweite aber noch Radien von 19 *m* zur Anwendung gelangt sind.

Diese Biegsamkeit der schmalen Spur kommt bei einem Vergleiche zwischen den normal- und schmalspurigen schweizerischen Eisenbahnen zum prägnanten Ausdrucke, weil in diesem Gebirgslande die Anschmiegung an das Terrain für die Baukosten von einschneidendster Bedeutung ist. Nun entfallen von der Summe aller Centriwinkel auf einen Kilometer der gekrümmten Strecke:

1. bei den schweizerischen Normalbahnen:

Centralbahn	95°
Gotthardbahn	140°
Tössthalbahn	168°
Südostbahn	192°

2. bei den schweizerischen schmalspurigen Adhäsionsbahnen:

Birsigthalbahn	311°
Frauenfeld-Wyl	363°

Appenzeller Bahn 372°
Genève-Veyrier 656°
Voies étroites Genève 918°.

Jeder Kilometer der gekrümmten Strecke beschreibt demnach speziell bei der letztgenannten Schmalspurbahn einen 2½-fachen Kreis.

Aber auch in minder gebirgigen Ländern sprechen die Verhältnisse entschieden zu Gunsten der schmalen Spurweite; so liegen nach einer, von der General-Direction der königl. Sächsischen Staats-Eisenbahnen veröffentlichten Zusammenstellung von der Länge der Krümmungen dieser Bahnen:

in Krümmungen mit Halbmessern	bei normalspurigen	bei schmalspurigen
	Linien	
von mehr als 3000 bis einschliesslich 3000 *m*	1·21 %	—·— %
„ weniger „ 3000 „ „ 2000 „	2·16 %	0·63 %
„ „ „ 2000 „ „ 1500 „	3·72 %	—·— %
„ „ „ 1500 „ „ 1000 „	12·14 %	2·23 %
„ „ „ 1000 „ „ 500 „	29·94 %	11·28 %
„ „ „ 500 „ „ 400 „	15·09 %	3·81 %
„ „ „ 400 „ „ 300 „	19·26 %	9·23 %
„ „ „ 300 *m*	16·48 %	72·82 %

Von der Summe der Kreisbogen-Grade aller Curven kommen auf jeden Kilometer der in Krümmungen gelegenen Länge aller normalspurigen Bahnen Sachsens durchschnittlich 132·58°, bei den sämmtlichen schmalspurigen Bahnen dagegen durchschnittlich 389·17°. Jeder Kilometer der gekrümmten schmalspurigen Bahnlinie beschreibt hier demnach mehr als einen vollen Kreis, und ist somit die Schmalspur bei Anlage von Eisenbahnen in vielfach gewundenen Flussthälern besonders am Platze.

Dass die scharfen Curven die Beförderung von langen Gegenständen auf schmalspurigen Eisenbahnen nicht behindern, haben die auf der k. u. k. Bosnabahn (Spurweite 76 *cm*) durchgeführten Proben dargethan; es wurde hier analog den normalspurigen Hauptbahnen Langholz von 19 *m* (1·70 *m* Ladungsbreite) in Strecken mit Bögen von 50 *m* Radius ohne den geringsten Anstand befördert.

Neigungs-Verhältnisse.

Die schmale Spurweite gestattet, Dank ihren leistungsfähigen Locomotiven aber auch Rampen, wie sie bei der Normalspur nicht steiler angewendet werden. So bewältigen die schmalspurigen Adhäsionsbahnen in der Schweiz:



Partie von der bosn. herc. Staatsbahn Sarajevo—Metković (Spurweite 76 cm).

Waldenburger Bahn	(Spurweite 75 *cm*)	Steigungen	von	30 ‰
Brenets-Locle	„ 1·00 *m*	„	„	30 ‰
Ponte Tresa-Luino	„ 85 *cm*	„	„	31·58‰
Appenzeller Bahn	„ 1·00 *m*	„	„	37 ‰
Lausanne-Echallens	„ 1·00 *m*	„	„	40 ‰
Tramelan-Tavannes	„ 1·00 *m*	„	„	40 ‰
Birsigthalbahn	„ 1·00 *m*	„	„	40 ‰
Ponts-Sagne-Chaux de fonds	„ 1·00 *m*	„	„	40 ‰
Landquart-Davos	„ 1·00 *m*	„	„	45 ‰
Frauenfeld-Wyl	„ 1·00 *m*	„	„	46 ‰
Rigikaltbad-Scheidegg	„ 1·00 *m*	„	„	50 ‰
Genève-Veyrier	„ 1·00 *m*	„	„	50 ‰
Menaggio-Porlezza	„ 85 *cm*	„	„	50·09‰
Voies étroites Genève	„ 1·00 *m*	„	„	60 ‰

Die Anschmiegung der Schmalspur an das Terrain ist daher eine in jeder Hinsicht vollkommene, wie speziell ein Vergleich der sächsischen Normal- und Schmalspurbahnen zeigt; es liegen hier:

	von den normalspurigen	von den schmalspurigen
	Linien	
im Auftrage . . %	56·14	45·09
im Abtrage . . %	34·88	25·93
in Terraingleiche . %	8·98	28·98

Es liegt somit mehr als der 4. Theil der schmalspurigen Linien, bei den normalspurigen Bahnen nur der eilfte Theil in Terraingleiche, trotzdem die ersteren ein weit schwierigeres Terrain durchziehen und daher auch Steigungen aufweisen, wie sie bei der Normalspur nur vereinzelt zur Anwendung gelangen. So entfallen:

auf Steigungen	bei den sächsischen Normal-	Schmalspur-
	Bahnen %	
horizontal	5·35	1·03
bis incl. 2·5‰	7·86	9·06
„ „ 5·0‰	17·69	12·81
„ „ 10·0‰	43·72	25·95
„ „ 12·5‰	11·18	7·21
„ „ 16·6‰	8·23	31·48
„ „ 25·0‰	5·95	10·28
über 25·0‰	0·02	2·18

Anlagekosten.

Aus dem vorstehenden lässt sich der grosse Unterschied zwischen den Anlagekosten der normal- und schmalspurigen Eisenbahnen leicht erklären. Das bis zum Jahre 1889 bei den deutschen Normalbahnen per Kilometer Bahnlänge aufgewendete Kapital beträgt 255.850 Mk., das der österr.-ungar. Eisenbahnen 260.353 Mk. Die mit Rücksicht auf den angestrebten Zweck bewirkte billige Herstellung der vollspurigen Localbahnen drückt die Anlagekosten stark unter dieses Niveau herab, wobei jedoch die Fahrgeschwindigkeit arg in Mitleidenschaft gezogen wird.

Dass die Schmalspur, welche diesen Beschränkungen nicht in gleichem Masse unterworfen ist, besonders bei coupirtem Terrain entschieden den Vorzug verdient, zeigt die nachstehende Tabelle, in welche alle schmalspurigen Adhäsionsbahnen Mitteleuropas, soweit sie dem Verfasser bekannt sind, aufgenommen wurden:

Name der Bahn	Spurweite in *m*	Betriebslänge *km*	grösste Steigung °/₀₀	kleinster Krümmungshalbmesser *m*	Anlagekosten per Kilometer *Mk*
a) vollspurige Localbahnen:					
Mezötur-Turkeveer Localbahn	1·435	15	5·9	300	26.983
Maros-Ludas-Besztercezer Localbahn	"	110	25	150	47.500
Debreczen-Büd-Szt. Mihályer Localbahn	"	57	5·3	300	43.860
Biharer Localbahn	"	132	14·9	250	46.970
Mecklenburgische Südbahn	"	116	14·2	300	51.731
Altdamm-Colberger Eisenbahn	"	122	8·0	180	52.091
Bánréve-Ozder Localbahn	"	13	16·3	250	54.886
Toronthaler Localbahn	"	90	5	300	56.920
Neubrandenburg-Friedlander Eisenbahn	"	26	13·3	300	57.976
Békés-Földvar-Békéser Localbahn	"	7	2	420	58.319
Kisujszálas-Gyomaer Localbahn	"	46	3	300	52.391
Braunschweiger Landes-Eisenbahn	"	81	16·6	200	74.074
Csakathurn-Agramer Eisenbahn	"	129	16·9	200	79.310
Spielfeld-Radkersburg	"	31	20·8	150	79.911
Localbahnen d. Kaiser Ferdinand Nordb.	"	160	18·8	150	96.322
Böhm. Commercial-Bahnen	"	203	20	175	131.507
Wernshausen-Schmalkalden	"	7	10	200	131.584
Liesing-Kaltenleutgeben	"	7	25	150	136.641
Altenburg-Zeitzer Eisenbahn	"	25	11·1	180	253.332

Name der Bahn	Spurweite in *m*	Betriebslänge *km*	grösste Steigung °/₀₀	kleinster Krümmungshalbmesser *m*	Anlagekosten per Kilometer *Mk.*
b) schmalspurige Eisenbahnen:					
Rigikaltbad-Scheidegg	1·00	7	50	105	7.680
Brölthalbahn	0·785	33·39	19	34	17.334
Strassenb. Mühlhaus.-Ensisheim-Wittenh.		26·87			18,236
Waldenburger Bahn	0·75	14	30	60	21.650
Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln	1·00	52	25	70	24.381
Hildburghausen-Heldburger Eisenbahn	1·00	30	28	60	25.000
Ochold-Westerstede	0·75	7	3·3	200	28,368
Eckernförde-Kappelner Eisenbahn		28·40			28.521
Strassburger Strassenbahnen	1·00	77·52	30·3	42	30.894
Frauenfeld-Wyl	1·00	18	46	35	31.437
Felda-Bahn	1·00	44	40	57	31.505
Walhalla-Bahn (Stadtamhof-Donaustauf)	1·00	9	33·3	37	34.935
Darmstadt-Griesheimer und Darmstadt-Eberstadter Bahn	1·00	13·24	31·2	30	36.542
Doberan-Heiligendamm	0·90	6·61	16·6	100	38.757
Ponts-Sagne-Chaux de fonds	1·00	17	40	90	39.658
Bacau-Piatra und Dobrina	1·00	84·80	22·2	100	39.820
Bosn. herc. Staatsbahn Doboj-Simin Han	0·76	66·7	10·0	80	40.537
Ravensburg-Weingarten	1·00	4·18	37·0	44	45.399
Tramelan-Tavannes	1·00	9	40	80	45.499
Taraczvölgyer Schmalspurbahn	1·00	32·77	25	70	48.461
Rappoltsweiler Strassenbahn	1·00	4			48.750
Weimar-Rastenberg	1·00	51·04	25	100	50.940
Gernrode-Harzgerode	1·00	24·80			51.667
Birsigthalbahn	1·00	13	40	40	56.491
Sächsische Schmalspurbahnen	0·75	235·10	33·3	50	59.228
Kaysersberger Thalbahn		29·17			59.500
Kreis-Altenaer Schmalspurbahn		34·59			61.644
Eichstädter Schmalspurbahn	1·00	5·17	25	60	62.081
Pfalzburger Strassenbahn		8·77			64.880
Lausanne-Echallens	1·00	15	40	100	65.536
Genève-Veyrier	1·00	6	50	44	66.614
Rhene-Diemelthalbahn		10·94			68.732
Voies étroites, Genève	1·00	65	60	35	70.332
Mannheim-Weinheimer Eisenbahn	1·00	17·00	24·3	44	73.367
Zell-Todtnau	1·00	18·80	28·5	70	73.373

Name der Bahn	Spurweite in *m*	Betriebslänge *km*	grösste Steigung ‰	kleinster Krümmungshalbmesser *m*	Anlagekosten per Kilometer *Mk.*
Bosnabahn, (Strecke Brod-Zenica) . .	0.76	189·6	14·0	50	78.167
Kerkerbach-Bahn		15·84			85.846
Menaggio-Porlezza	0·85	12·241	50·9	50	91.056
Ponte Tresa-Luino	0·85	12·232	31·58	50	92.502
Breslauer Schmalspurbahnen	0·60 0·785	110·86	33·3 90·9	19	94.049
Bosnabahn, (Strecke Zenica-Sarajevo) .	0·76	78·6	9·0	250	99.288
Landquart-Davos	1·00	50	45	100	100.074
Gölnitzthalbahn	1·00	25·51	12·5	80	104.093
Gran-Breznitz-Schemnitzer Bahn . .	1·00	22·90	20	50	111.487
Appenzeller Bahn	1·00	26	37	84	126.488
Brenets-Locle	1·00	5	30	150	148.719

Die durchschnittlichen Kosten der vorangeführten normalspurigen Localbahnen belaufen sich auf 75.045 Mk., die der schmalspurigen Eisenbahnen auf nur 60.997 Mk. per Bahnkilometer. Die grösste Steigung der ersteren beträgt 25‰, die der letzteren aber 60 beziehungsweise 90·9‰; dass die Schmalspur solche Steigungen, welche auf den verschiedenen Spurweiten naturgemäss die gleichen Widerstände erzeugen, also auf den Betrieb gleich ungünstig einwirken, nicht ängstlich vermeiden muss, stellt der Leistungsfähigkeit der Schmalspur ein glänzendes Zeugnis aus.

Zieht man die Baukosten der im Königreiche Sachsen ausgeführten normal- und schmalspurigen Secundärbahnen in Betracht, so ergibt sich nach den in dem Werke »die Secundärbahnen des Königreiches Sachsen« publicirten Daten folgendes Resultat:

	normalspurige Secundärbahnen		Schmalspurige Bahnen von 75 *cm* Spurweite					
	Pirna-Berggiesshübel	Johanngeorgenstadt-Schwarzenb.	Wilkau-Saupersdorf	Hainsberg-Kippsdorf	Oschatz-Döbeln	Radebeul-Radeberg	Klotzsche-Königsbrück	Zittau-Markersdorf
Länge in *km*	14·92	17·33	10·05	25·51	30·92	16·55	19·49	13·52
grösste Steigung ‰	25	25	24·3	30·3	16·6	16·6	16·6	25·0
kleinster Radius *m*	180	168	60	50	80	60	100	75
durchschnittliche Baukosten pro *km* in Mk.	97.653		49,195					

In diesen Kosten sind die Auslagen für Fahrbetriebsmittel nicht inbegriffen, weil für die normalspurigen Secundärbahnen kein eigener Fahrpark beschafft wurde.

An den kilometrischen Baukosten participiren im Mittel:

		bei den normalspurigen	bei den schmalspurigen
		Secundärbahnen	
Grunderwerb und Unterbau	mit °/₀	49·18	37·00
	„ Mk.	48.026	18.202
Oberbau	mit °/₀	27·81	32·86
	„ Mk.	27.157	16.165
Hochbauten etc.	mit °/₀	23·01	30·14
	„ Mk.	22.470	14.828

Einfluss der Steigungen auf die Zugsbelastung.

Wie bekannt, werden unter Voraussetzung eines günstigen Reibungs-Coëfficienten auf Steigungen von 71°/₀₀ Züge von dem einfachen, bei 47°/₀₀ Züge von dem doppelten, und bei 35°/₀₀ Steigung Züge von dem dreifachen Gewichte der arbeitenden Locomotive befördert, wenn das Gesammtgewicht der letzteren für die Adhäsion nutzbar gemacht ist.

Das jeweilige Zugsgewicht hängt also in allen Fällen von dem Adhäsions-Gewichte der Locomotiven ab, und ist man daher bestrebt, dieses Gewicht nach dem höchst zulässigen Achsdrucke besonders auf Gebirgsbahnen möglichst hochzuhalten. So beträgt bei normalspurigen Hauptbahnen das Adhäsions-Gewicht der Locomotiven bei drei gekuppelten Achsen 36—40, bei vier gekuppelten Achsen 40—48 *t*. Viel ungünstiger stellt sich dasselbe naturgemäss bei den vollspurigen Localbahnen, deren Oberbau einen Achsdruck von nur 8.600 *kg* (Budapester Localbahnen) bis 9.600 *kg* (Localbahnen der königl. ungar. Staatsbahnen) zulässt, so dass das Adhäsions-Gewicht bei drei gekuppelten Achsen bestenfalls 28·8 *t*, bei vier gekuppelten Achsen 38·4 *t* erreichen kann.

Dass auch für die schmale Spurweite sehr leistungsfähige Maschinen gebaut werden können, zeigen die für die einzelnen Schmalspurbahnen construirten Locomotiv-Typen. So haben die bei der Eisenbahn Landquart-Davos (1·00 *m* Spur) eingeführten älteren, mit 3 gekuppelten Achsen und einer Laufachse versehenen Tender-Locomotiven von 8·65 *t* Achsdruck ein Adhäsions-Gewicht von 25·7 *t*, die Verbund-Tenderlocomotiven System Mallet bei einem Achsdrucke von 10·125 *t* aber ein Adhäsions-Gewicht von 40·5 *t*. Diese Locomotiv-Typen befördern mit einer Maximal-Geschwindigkeit von 25 *km* per Stunde:

über Steigungen von	dreifach gekuppelte Locomotive		Compound-Locomotive mit doppeltem Motorgestelle
	ohne Vorspann	mit Vorspann	
25 ‰	90 *t*	150 *t*	130 *t*
35 ‰	70 „	115 „	95 „
45 ‰ . . . . . , .	47 „	75 „	75 „

Die für die Linie Lavoute a. L.-Yssingeau (1·00 *m* Spur) gebauten Compound-Locomotiven desselben Systems von 25 *t* Dienstgewicht befördern über die, mit Curven von 1·00 *m* zusammenfallenden Steigungen von 25 und 30‰ noch Züge von 75 *t* mit 15 *km* Geschwindigkeit in der Stunde, auf der Linie Montereau-Chateau-Landon (Spurweite 1·00 *m*) über Steigungen von 25‰ und 100 *m* Radien noch Züge von 100 *t* Bruttolast und darüber mit einer mittleren Geschwindigkeit von 18 *km*.

Die königl. Sächsischen Staats-Eisenbahnen haben für ihre schmalspurigen Linien (75 *cm* Spur) im laufenden Jahre in der Maschinenfabrik zu Chemnitz 10 Compound-Locomotiven (System Meyer) gebaut, welche bei einem Maximal-Achsdrucke von 6·77 *t* und einem Dienstgewichte von 26·74 *t* eine Zugkraft von 3.460 *kg* entwickeln; ihre Leistung beträgt bei 18 *km* Geschwindigkeit in der Stunde

über Steigungen von 25 ‰ . . . 110 *t*,
„ „ „ 35 ‰ . . . 80 „
„ „ „ 45 ‰ . . . 60 „ .

Auch die Radial-Locomotiven der k. und k. Bosnabahn von 2.520 *kg* Zugkraft befördern über 14 ‰ Steigung 140 *t* schwere Züge mit 17 *km* Geschwindigkeit; sie vermögen über Steigungen von 25 ‰ nahezu 80 *t* Bruttolast mit der gleichen Fahrgeschwindigkeit fortzuschaffen.

Angesichts der vielfach verbreiteten irrigen Ansicht, als würden sich auf der Schmalspur viele und leichte Züge unter allen Umständen besser empfehlen, muss hervorgehoben werden, dass hier gerade so wie bei der Normalbahn die thunlichste Ausnützung der Zugkraft am rationellsten ist, da ja das Locomotiv-Personale bei leichten Zügen die gleichen Kosten verursacht wie bei schweren, abgesehen von dem namhaften Feuerungs- und Schmiermaterial-Verbrauche, welches zur Fortbewegung der Locomotive an und für sich anfgebraucht wird. Nicht ausgenützte Züge werden daher auch bei den schmalspurigen Bahnen möglichst vermieden, und beträgt das durchschnittliche Zugsgewicht hier analog den Vollbahnen das Vierfache des Locomotiv-Gewichtes.

Fahrgeschwindigkeit.

Mit Rücksicht auf die, bei den vollspurigen Localbahnen zur Anwendung gelangenden schärferen Bögen wurde, bei gleichzeitiger Entlastung in der Bewachung der Wegübergänge, die Fahrgeschwindigkeit auf denselben mit 15 bis 40 *km* in der Stunde — je nach der vollkommeneren oder einfacheren Ausrüstung der Bahn — fixirt. Dass die schmale Spurweite auch in dieser Hinsicht den Secundärbahnen nicht nachsteht, zeigt die Brünig-Bahn (1·00 *m* Spurweite, kleinster Radius 120 *m*), auf welcher eine Maximal-Geschwindigkeit von 45 *km* pro Stunde erlaubt ist; diese Geschwindigkeit wird in den Curven unter 400 *m* Halbmesser auf 40 *km*, in Curven unter 200 *m* bis auf 35 *km* ermässigt. Einen weiteren Beweis für diese Gleichwertigkeit der schmalen Spurweite gibt die Eisenbahn Landquart-Davos (1·00 *m* Spur), deren Züge in der Geraden und in gestreckten Curven mit Gefällen unter 20 ‰ mit einer Maximal-Geschwindigkeit von 40 *km*, in Gefällen über 20 ‰, sowie bei Bergfahrten mit 25 *km*, in Curven unter 150 *m* Radius aber mit 20 *km* in der Stunde verkehren. Auch die Züge der k. und k. Bosnabahn (76 *cm* Spur) fahren gegenwärtig mit einer Geschwindigkeit bis zu 35 *km* in der Stunde, trotzdem diese Bahn Curven von 50 *m* Radius eingelegt hat, wie ja auch die Fairlie-Locomotiven auf der, mit 59·7 *cm* Spur und Curven bis zu 35 m Radius angelegten Festiniog-Bahn anstandslos mit 45 *km* in der Stunde verkehren.

Die Curven-Widerstände sind eben auf der schmalen Spurweite viel geringer als bei Normalbahnen, und entspricht beispielsweise, wie umfangreiche Versuche auf den, den königl. Sächsischen Staatsbahnen gehörigen schmalspurigen Linien (75 *cm* Spurweite) dargethan haben, der Widerstand eines Bogens von 36 *m* Radius auf dieser Spur dem eines Bogens von 200 *m* auf Normalbahnen.

Zu diesen Versuchen wurden Wagen mit lenkbaren Achsen benützt, und ergaben dieselben für die Spurweite von 75 *cm* die Formel

$$Wc = \frac{40\,L}{R} + 0{\cdot}4,$$

wogegen von derselben Verwaltung für die Normalspur die Formel ermittelt wurde:

$$Wc_1 = 21\,\frac{4\,L + L^2}{R - 45},$$

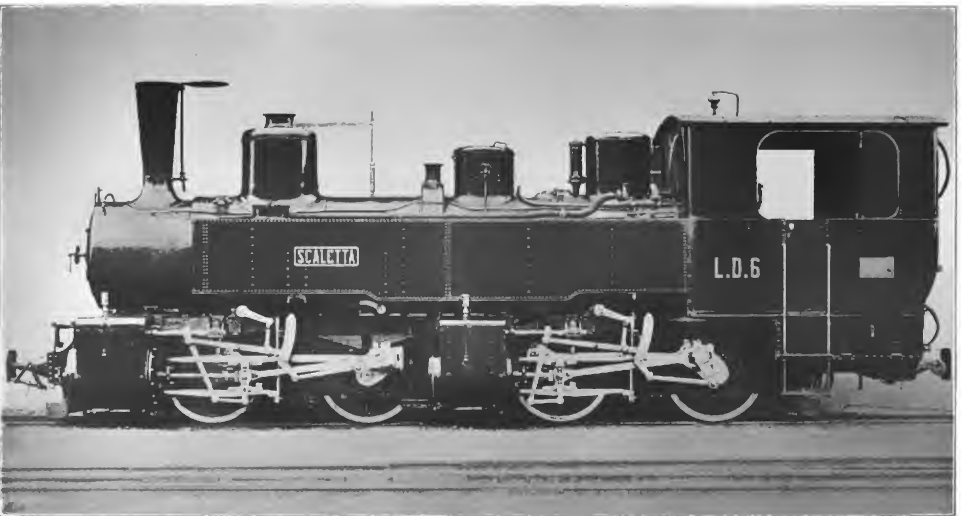
wobei Wc und Wc_1 den Curven-Widerstand in *kg* pro Tonne Belastung, L den Radstand und R den Curvenhalbmesser in *m* bedeutet.

Wird nun der Radstand beiderseits mit 5·0 *m* angenommen, so ergibt sich ein Curven-Widerstand

a) bei einem Bogen von 36 *m* Halbmesser der Bahnen mit 75 *cm* Spurweite 5·95 *kg*,

b) bei einem Krümmungshalbmesser von 200 *m* der Normalbahnen 6·09 *kg*

pro Tonne Belastung; es ist somit der Widerstand, den ein Bogen von 36 *m*



Compound-Locomotive System Mallet der Scaletta-Bahn (Spurweite 1·00 m).

Gebaut von der Locomotiv-Fabrik J. A. Maffei in München.

Radius auf einer Spurweite von 75 *cm* dem Zuge entgegensetzt, geringer als der bei einem Bogen von 200 *m* auf normaler Spur.

Die Fahrgeschwindigkeit ist in erster Linie von dem Schienenprofile, der Grösse der Heizfläche und dem Triebrad-Durchmesser der Locomotive abhängig. In Hinsicht auf das erstere seien folgende Daten angeführt:

a) Schmalspurbahnen.

Das Schienenprofil der Eisenbahn Frauenfeld-Wyl wiegt 15·95 *kg* per laufenden Meter, welches jedoch successive gegen 23·6 *kg* schwere Schienen ausgewechselt wird; die grösste Fahrgeschwindigkeit beträgt 28 *km*;

das Schienenprofil der k. und k. Bosnabahn wiegt 17·8 *kg*, die Geschwindigkeit beträgt 35 *km*;

die Schienen der Landquart-Davos Bahn sind 23·5 *kg* schwer (statt diesen werden fortan nur Schienen von 27 *kg* eingelegt), bei einer Maximal-Geschwindigkeit von 40 *km*;

Brünig-Bahn, Schienenprofil 24·2 *kg*, grösste Fahrgeschwindigkeit 45 *km*.

b) Normalspurige Hauptbahnen.

Schienengewicht in Oesterreich-Ungarn durchschnittlich 34·0 *kg*, Maximal-Geschwindigkeit der Züge 60 *km*;

das Schienenprofil der preuss. Staatsbahnen wiegt seit 1890 für den laufenden Meter 41 *kg* und verkehren die Schnellzüge in der Strecke Berlin-Hamburg mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 74·4 *km* in der Stunde.

Die Fahrgeschwindigkeiten stehen also ohne Rücksicht auf die Spurweite in geradem Verhältnisse zu der Stärke des eingelegten Oberbaues; obwohl nun die zulässige Maximal-Geschwindigkeit eine Function auch der Spurweite ist, so bildet, wie obige Daten zeigen, die Schmalspur doch kein Hindernis, ihre Züge so schnell fahren zu lassen, wie die normalspurigen Secundärbahnen.

Ebensowenig behindert die schmale Spurweite das Bestreben, diese Züge möglichst schwer zu machen, da ja die Fahrgeschwindigkeit von der Heizfläche der Locomotiven abhängig ist, von der wieder das Maschinen- und daher auch das Adhäsionsgewicht bestimmt wird; nun lässt sich aber das letztere um so grösser annehmen, je tragfähiger der Oberbau construirt wurde.

Ausschlaggebend ist schliesslich für die Fahrgeschwindigkeit auch der Durchmesser der Locomotiv-Triebräder und die Zahl der gekuppelten Achsen, weil die Umdrehungszahl der Triebräder nach den dermal noch giltigen Normen für die Construction und Ausrüstung der Eisenbahnen bei zwei gekuppelten Achsen 260 (Kolbengeschwindigkeit 325 *mm*), bei drei gekuppelten Achsen blos 200 (Kolbengeschwindigkeit 250 *mm*) in der Minute betragen darf, andererseits aber der Raddurchmesser von den angewendeten Curven-Radien abhängig ist.

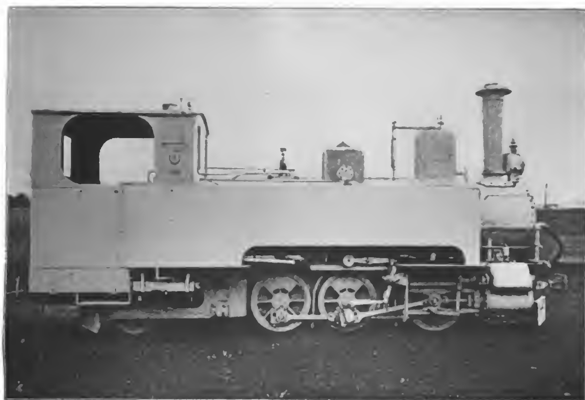
Fahrbetriebsmittel.

a) Locomotiven.

Die scharfen Bögen, welche die schmale Spurweite zur Restringirung der Baukosten mit so grossem Erfolge anwendet, haben die Construction ihrer

Locomotiven in, von der Normalspur ganz abweichende Bahnen gelenkt. Schon aus der Thatsache, dass auf den schmalspurigen Eisenbahnen, um ihre Anschmiegungsfähigkeit an das Terrain möglichst auszunützen, mit Vorliebe bedeutende Steigungen und deshalb vorwiegend Tender-Locomotiven angewendet werden, welche an und für sich kleinere Heizflächen als die Locomotiven mit Schlepptendern zulassen, zur Erzielung einer gleichen Leistung aber eine erhöhte Achsenzahl erhalten müssen, ergab sich die Notwendigkeit, mit dem Systeme der radialstellbaren Laufachsen zu brechen und möglichst alle Achsen bei verhältnismässig grossem Radstande zu kuppeln.

Die einfachste Lösung dieser Aufgabe waren die Zwillings-Locomotiven, welche aus 2 gekuppelten Tender-Locomotiven bestehen und zu deren Be-



Locomotive der Salzkammergut-Localbahnen (Spurweite 76 *cm*).
Gebaut von der Locomotiv-Fabrik Krauss & Comp. in Linz a. D.

dienung ein Personal hinreicht. Die auf der k. und k. Bosnabahn eingeführten Maschinen dieser Art hatten 24·0 *t* Dienstgewicht und 2.430 *kg* Zugkraft.

Diese Locomotiv-Type hat speziell bei der Bosnabahn bald der Radial-Locomotive, System Klose Platz machen müssen, weil sich das an und für sich nicht unbedeutende Adhäsions-Gewicht der Zwillings-Locomotiven aus zwei einzelnen Maschinen zusammensetzt und daher wie bei Anwendung von Vorspanns-Locomotiven viel geringer zur Geltung kommt, als wenn jede für sich getrennt verwendet wird; so vermag eine solche halbe Duplex-Locomotive über 3 – 5‰ Steigung noch 150 *t*, eine ganze aber nur 250 *t* zu befördern. Zudem wird der Raum zwischen beiden Locomotiven, welcher für die Bedienung zweier Feuerräume zur Not hinreicht, durch die Aufspeicherung der Kohlenvorräte



Compound-Locomotive System Meyer der Sächs. Schmalspurbahnen (0·75 m Spur).

Gebaut von der Locomotiv-Fabrik in Chemnitz.

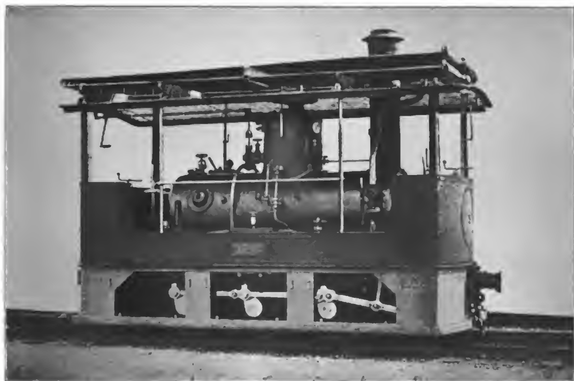


Brünigbahn-Locomotive (Spurweite 1·00 m).

Gebaut von der Schweizerischen Locomotiv- und Maschinen-Fabrik in Winterthur.

noch mehr beengt, ganz abgesehen davon, dass diese Maschinen wegen ihrer geringen Kessellänge und der ungleichmässigen Dampfentwickelung in beiden Kesseln einen grossen Kohlenverbrauch aufweisen und auch die Erhaltung zu kostspielig wird, weil doppelte Maschinen-Bestandtheile zur Reparatur gelangen.

Die Radial-Locomotive der Bosnabahn hat drei gekuppelte Achsen, während die vierte im drehbaren Tenderrahmen liegt. Die mittlere Achse — die Triebachse — ist fest im Locomotivrahmen gelagert und hat keinen Spurkranz. Die erste und dritte Achse gestatten die radiale Einstellung zu den Curven, wobei die Kuppelstangen mit Hilfe eines, als gleicharmiger Hebel ausgebildeten Lagers (des Differentialkopfes) den Bewegungen dieser Achsen



Locomotiv-Type der Genfer Schmalspurbahnen, der Birsigthalbahn und der Athener Tramways.

Gebaut von der Schweizerischen Locomotiv- & Maschinenfabrik in Winterthur.

leicht folgen können. Diese Construction ermöglicht das Befahren von Curven bis zu 30 *m* Radius.

Die Heizfläche der Radial-Locomotiven beträgt 58·82 m^2, die Zugkraft 2.520 *kg*. Die Entfernung der gekuppelten Achsen von einander ist mit 1·50 *m*, der gesammte Radstand mit 6·00 *m* bemessen. Die Radialmaschinen laufen selbst bei grossen Fahrgeschwindigkeiten sehr ruhig; ihr Eigenwiderstand ist sehr gering, und kann speziell der Geschwindigkeits-Widerstand pro Tonne Locomotiv-Gewicht dem einer Tonne Zugsgewicht gleichgestellt werden. Diese Locomotiven führen auf der Bosnabahn Personenzüge von 74 *t* Belastung mit 35 *km*, sowie Lastzüge bis zu 420 *t* und 80 Achsen in der Ebene, 140 *t* über Steigungen von 14‰ mit 17 *km* Geschwindigkeit in der Stunde.

Für die Salzkammergut-Localbahnen hat die Locomotivfabrik Krauss & Comp. eine Maschine in der Stärke der oben angeführten Radial-Locomotiven gebaut, welche bei grossem Achsstande ein guter Curvenläufer ist und 35—40 *km* Geschwindigkeit zulässt. Abgesehen von den Radial-Locomotiven, welchen für grössere Fahrgeschwindigkeiten der Vorzug eingeräumt werden muss, verdient auch diese Locomotiv-Type als eine äusserst gelungene Construction für Bahnen von geringer Spurweite ganz besonders hervorgehoben zu werden.

Auf der Scaletta-Bahn, sowie den schmalspurigen Linien der königlichen Sächsischen Staatsbahnen wurden in der letzten Zeit Compound-Locomotiven eingeführt, welche sich durch eine grosse Curvenbeweglichkeit und geringen Kohlen-Consum auszeichnen. Insbesondere macht die Möglichkeit, das Maschinengewicht auf eine grössere Anzahl gekuppelter Achsen zu vertheilen, diese Locomotiven zu einer vorzüglichen Acquisition für die schmale Spurweite, umsomehr als sich, wie die Erfahrungen auf Vollbahnen gezeigt haben, hiezu noch eine grössere Schonung des Oberbaues beigesellt, so dass auch in dieser Hinsicht bedeutende Ersparnisse zu verzeichnen sind. Speziell wird die schlagende Wirkung auf die Schienen infolge Überhängens der Feuerbüchse durch Anordnung einer Achse hinter der letzteren leicht vermieden, weil eine Verlängerung des Radstandes bei den Compound-Locomotiven mit Drehgestellen auf das Passieren von Curven ohne Einfluss ist.

Die Hauptabmessungen der bis jetzt gebauten Locomotiven sind aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

	Normal-Tenderlocomotive der preuss. Staatsbahnen	Dreifach gekuppelte Tenderlocomotive der normalspurigen Localbahn Murnau—Garmisch—Partenkirchen	Compound-Locomotive d. Scalettab.	Mogul-Locom. (3 gekupp. Achsen, 1 Laufachse) d. Scalettab.	Compound-Locomotive der sächs. Schmalspurbahnen	Adhäsions-Locomotive der Brünig-Bahn	Radial-Locomotiven der Bosnabahn	Salzkammergut-Localbahnen	Genfer Schmalspurb., Birsigthalbahn, Athener Tramway	Frauenfeld—Wyl
Spurweite . . . *m*	1·435	1·435	1·00	1·00	0·75	1·00	0·76	0·76	1·00	1·00
Totale Heizfläche m^2	98·7	59·73	80·2	62·0	49·81	56·5	58·82	50·30	25·00	26·40
Rostfläche . . . . ,,	1·19	1·00	1·44	0·90	0·97	0·85	0·90	1·00	0·45	0·55
Dampfdruck . *Atm.*	12·0	11·0	12·0	12·0	12·0	12·0	12·0	12·0	14·0	14·0
Anzahl d. gekuppelten Achsen . *Stück*	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3
Radstand . . . *m*	3·700	2·500	5·200	4·500	6·200	2·500	6·000	4·000	1·80	1·80
Raddurchmesser . ,,	1·330	0·920	1·050	1·050	0·760	1·000	0·900	0·800	0·750	0·750
Cilinderdurchmesser *mm*	430	350	Hochdr. 350 Niederdruck 490	340	Hochdr. 240 Niederdruck 370	310	290	290	240	240
Kolbenhub . . . . ,,	630	500	550	500	380	480	450	400	350	350
Gewicht der Locomotive:										
dienstbereit . . *t*	41·75	26·5	40·5	30·2	26·74	25·0	25·8	23·40	—	17·57
leer . . . . . . ,,	—	21·0	32·4	23·5	21·70	19·0	21·6	18·9	—	12·2
Adhäsions-Gewicht ,,	41·0	26·5	40·5	25·7	26·74	24·0	20·0	19·0	16·0	15·0

Die von der Maschinenfabrik in Esslingen gebauten schmalspurigen Locomotiven erhielten folgende Dimensionen:

		Arzew—Saïda	Sumatra	Mirandella
Spurweite	*m*	—	1·067	1·000
totale Heizfläche	m^2	102·096	69·716	76·997
Rostfläche	„	1·407	1·258	1·064
Dampfdruck	*Atm.*	9	11	10
Anzahl der gekuppelten Achsen	*Stück*	4	3	3
Radstand	*m*	3·210	4·700	4·700
Triebrad-Durchmesser	„	0·994	1·000	1·000
Laufrad-Durchmesser	„	—	0·667	0·800
Cilinder-Durchmesser	*mm*	420	360	350
Kolbenhub	„	460	500	500
Gewicht der Locomotive:				
dienstbereit	*t*	30·625	34·670	28·590
leer	„	26·570	27·650	21·680
Adhäsions-Gewicht	„	30·625	27·900	22·800



Güterzugs-Locomotive (Algier, 1·055 m Spurweite).

Gebaut von der Maschinenfabrik Esslingen in Esslingen.

Der grösste Achsdruck beträgt bei den erstangeführten vollspurigen Lastzugs-Locomotiven 13·916 *t*, bei den Compound-Locomotiven der Scaletta-Bahn 10·125 *t*. Die ersteren ziehen in Steigungen von 20‰ und Curven von 200 *m* Radius 260 *t* schwere Züge mit 11 *km* Geschwindigkeit in der Stunde, die letzteren in gleichen Steigungen eine Bruttolast von 240 *t* mit derselben Geschwindigkeit.

Auch muss auf die rationelle Kessellänge der gegenwärtigen schmalspurigen Locomotiven ganz besonders hingewiesen werden. Der Rundkessel der sub 3 angeführten Compound-Locomotiven, sowie der Radial-Locomotiven der Bosnabahn ist analog dem Rundkessel der in der ersten Rubrik citirten normalspurigen Locomotiven 4·1 *m*, der Rundkessel der von der Locomotiv-Fabrik Esslingen für Algier (Arzew-Saïda) gebauten vierfach gekuppelten Güter-Locomotive sogar 4·396 *m* lang.

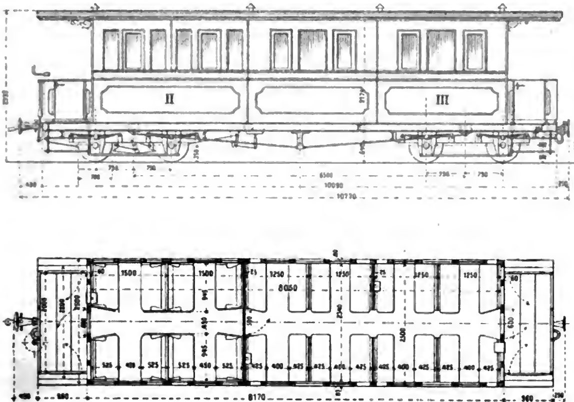


3 fach gekuppelte Tender-Locomotive (Sumatra, 1·067 m Spurweite).
Maschinenfabrik Esslingen in Esslingen.

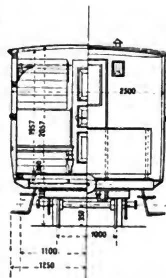
Aus diesen Daten erhellt zur Genüge, dass die schmalspurigen Locomotiven in Bezug auf Dampfproduction den vollspurigen nicht nachstehen, da 1 m^2 Heizfläche bei beiden stündlich 40 *kg* Wasser zu verdampfen im Stande ist. Es kann daher die Entfernung der Wasserstationen auf den Schmalspurbahnen, da ihre Maschinen auch einen entsprechenden Wasservorrat fassen, nach denselben Grundsätzen geregelt werden wie bei Normalbahnen. So verbraucht beispielsweise auf der k. und k. Bosnabahn eine Radial-Locomotive bei Beförderung eines Lastzuges von 200 *t* Belastung (Durchschnitts-Geschwindigkeit 23 km, durchschnittliche Steigung 1·61‰) per Kilometer 21 *kg* Kohle, demnach bei 4·08-facher Verdampfung mehr 15% mitgerissenen Wassers 98 Liter Wasser. Da die Radial-Locomotiven 2.650 *l* fassen, so erhellt, dass eine Last-

zugs-Maschine in Intervallen von durchschnittlich 25 *km* gespeist werden muss, welche Entfernung auch auf Normalbahnen für die Anlage der Wasserstationen in Strecken mit geringen Steigungen Geltung hat. Bei vorwaltenden Steigungen bis zu $25\,^0/_{00}$ wird diese Entfernung beiderseits mit 12 *km* angenommen, wogegen

Personenwagen der Eisenbahn Zell-Todtnau.



dieselbe bei der Scaletta-Bahn auf Strecken mit $35\,^0/_{00}$ mit 11 *km*, in Steigungen von $45\,^0/_{00}$ aber mit 6 *km* fixirt ist.



b. Personenwagen.

Das Bestreben, die Fahrgeschwindigkeit erheblich zu steigern, hat die Notwendigkeit ergeben, möglichst kurze Züge in Verkehr zu setzen, dabei aber auch der wachsenden Personenfrequenz Rechnung zu tragen. Die Hauptbahnen wenden sich daher mit Vorliebe wieder den Wagen auf Truckgestellen zu, welche eine bedeutende Kastenlänge zulassen und denen ein äusserst ruhigerGang nachgerühmt werden muss.

Noch wertvoller wird diese Wagen-Type für die schmalspurigen Eisenbahnen, weil dieselbe bei einfacher Construction das Befahren sehr scharfer Curven gestattet und ein günstiges Verhältnis der Tara zur Nettolast ergibt. Die Dimensionen der bis jetzt gebauten Wagen dieser Type sind aus der nachfolgenden Tabelle zu ersehen:

Name der Bahn	Spurweite	Länge des Wagens von Puffer zu Puffer	Radstand (Entfernung der Endachsen)	Eigengewicht	Anzahl der Plätze	Eigengewicht per Platz
		m		*t*		*kg*
Decauville-Bahnen . . .	0·60	11·75*)	10·15	5·70	46	123·91
Sächsische Schmalspurb. .	0·75	12·26	10·00	4·75 — 6·475	26 — 36	182·69 / 196·21
Ponte Tresa—Luino . .	0·85	10·50	6·70	5·20 — 5·80	24 — 40	216·66 / 145·00
Doberau—Heiligendamm .	0·90	11·21	6·40	4·20 — 5·00	52	80·77 / 96·15
Zell—Todtnau	1·00	10·77	8·00	?	48	?
Mannheim—Weinheim—Heidelberg						
Karlsruher Localbahnen .	1·00	11·29	7·01	?	48	?
Wiesbaden—Biebrich . .						
Mainzer Vorortbahnen .	1·00	11·31	7·01	?	56	?
Visp—Zermatt	1·00	12·90	9·40	6·00 — 7·80	48 — 56	125·00 / 139·28



Personenwagen II. III. Classe (Spurweite 1·00 m, lg. 9·30 m, Rheinprov.).
Wagenfabrik van der Zypen & Charlier, Deutz.

*) Bei einer Kastenbreite von 2·03 *m*.

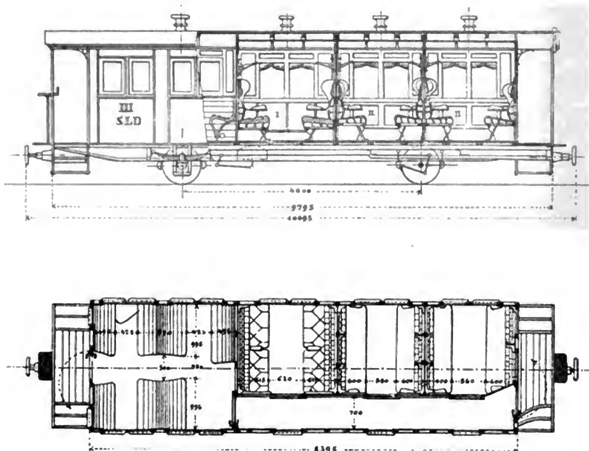
Von den, in der Eisenbahnwagen- und Maschinen-Fabrik van der Zypen & Charlier in Cöln-Deutz für die schmale Spurweite construirten Personenwagen auf Truckgestellen seien genannt:

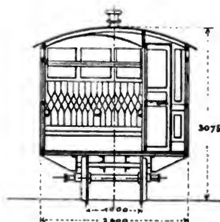
Type	Spurweite	Ganze Wagenlänge	Länge des Wagenkastens	Breite des Wagenkastens	lichte Höhe des Wagenkastens	Höhe des Wagens über Schienen-Oberkante	Radstand der einzelnen Trucks	Entfernung von Mitte zu Mitte der Drehgestelle	Raddurchmesser	Tara des Wagens	Plätze	Todtes Gewicht per Passagier
	m									*t*	Anzahl	kg.
Spanien	1·00	13·00	11·10	2·30	2·20 / 2·00	3·30	1·50	8·50	0·70	11·280	I 28 II 9	304·6
Südamerika	1·07	11·55	9·35	2·38	2·465 / 2·00	3·70	1·425	6·60	0·759	14·00	25	560·00
Südamerika	1·07	9·95	7·75	2·38	2·50 / 2·05	3·70	1·125	5·00	0·759	12·50	40	312·50
Rheinprovinz	1·00	9·30	6·10	2·60	2·38 / 2·00	3·35	1·25	5·20	0·71	8·90	II 8 III. 24 16 Stehpl.	185·41



Brünigbahn: Personenwagen I. Classe mit Seitengallerie (Spurweite 1·00 m).
Schweizerische Industrie-Gesellschaft in Neuhausen bei Schaffhausen.

Intercommunicationswagen der Scalettabahn.





Wird berücksichtigt, dass die Tara der Wagen auf Truckgestellen, wie sie für die normalspurigen Bahnen construirt werden, ungemein hoch ausfällt — ein Restaurationswagen wiegt beispielsweise 29.400 *kg*, — so müssen die oben angeführten Ziffern als überraschend günstig bezeichnet werden, da die meisten Wagen auch hier mit Dampfheizung und Dampfbremse ausgerüstet sind; allerdings steht die Bequemlichkeit, welche die Schmalspurbahnen mit diesen Wagen derzeit bieten, mit Ausnahme der in Deutz ausgeführten zu dem Comfort der vorcitirten in keinem Verhältnisse.

Die nachstehende Tabelle gibt einen Vergleich der verschiedenen Wagen-Typen schmalspuriger Eisenbahnen mit denen der normalspurigen Bahnen:



Personenwagen I. Cl., 11·55 m lang, Spurweite 1·07 m. (Südamerika).
Wagenfabrik van der Zypen & Charlier, Deutz.



Personenwagen I. II. Cl. 13.00 m lang (1·00 m Spurweite 37 Sitzplätze).
Für spanische Schmalspurbahnen gebaut von der Eisenbahnwagen- & Maschinenfabrik
van der Zypen & Charlier, Cöln-Deutz.

	Königl. Eisenbahndirection Magdeburg für Schnellzüge Coupésystem	Oesterr.-ung. Bahnen		Localbahn	
		Coupéwagen mit Seitengang	Coupésystem	Altona—Kaltenkirchen	Oberdorf b. B.—Füssen
Personenwagen I/II. Classe ohne Bremse.					
Spurweite . . . . *m*	1·435	1·435	1·435	1·435	1·435
Anzahl der Achsen	3	2	2		2
Anzahl der Sitzplätze	32	25	25		30
auf 1 Achse entfallen Sitzplätze . . .	10·66	12·5	12·5		15
Tara . . . . *t*	16·7	12·13	7·5		8·25
Auf 1 Passagier entfällt:					
an Grundfläche . . . . m^2	1·16	0·59	0·70		0·53
an Raum . . . . m^3	2·39	1·17	1·75		1·11
todtes Gewicht per Sitzplatz . . . *kg*	522·0	485·2	300·0		275·00
Personenwagen III. Classe mit Bremse.					
Anzahl der Achsen			2	2	2
Anzahl der Sitzplätze			48	32	50
auf 1 Achse entfallen Sitzplätze . . .			24	16	25
Tara . . . . *t*			8·4	5·1	7·50
Auf 1 Passagier entfällt:					
an Grundfläche . . . . m^2			0·38	0·43	0·33
an Raum . . . . m^3			0·95	0·90	0·69
todtes Gewicht per Sitzplatz . . . . *kg*			175·00	159·37	150·00

Frauenfeld—Wyl	Brünig-Bahn	Scaletta-Bahn	Appenzeller Strassenbahn	Flensburg—Kappeln	Doberan—Heiligendamm	Bosnische Bahnen	Sächsische Schmalspurbahnen	Steyrthalbahn	Salzkammergut-Localbahn*)	Mori—Arco—Riva
Mittelgang	Seitengang I. Cl.	Mittelgang	Mittelgang II. Cl.	Mittelgang	Mittelgang		Mittelgang	Mittelgang	Mittelgang I. Cl.	Mittelgang
1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	0·90	0·76	0·75	0·76	0·76	0·76
	3	2	3			3			2	2
	24	24	21			22			21	24
	8	12	7			7·33			10·50	12
	7·7	6·55	7·3			6·9			4·2	4·15
	0·61	0·58	0·46			0·59			0·40	I 0·40 II 0·33
	1·42	1·18	0·99			1·21			0·80	I 0·80 II 0.67
	320·83	272·91	347·61			313·60			200·00	172·91
II/III.Cl.				II/III.Cl.						
2		2	3	2	4	3	4	2	2	
36		40	40	24	52 (davon 16 Stehplätze)	24	36 u. 6 Plattform-Stehplätze	20	32	
18		20	13·3	12	13	8	10·5	10	16	
6·18		6·0	7·0	5·3	4·2	6·6	6·475	3·75	4·32	
0·48		0·35	0.31	0·36	0·41	0·50	0·38	0·42	0·33	
0·97		0·71	0.67	0·72	0·78	1·02	0·83	0·85	0.67	
171·66		150·00	175·00	220·83	80·77	275·00	154·04	187·50	135·00	

*) Die Personenwagen der Salzkammergut-Localbahn sind bis 2·400 *m* breit, (gebaut von der k. k. priv. Wagen- und Waggonfabrik Johan Weitzer in Graz).

Auch auf der Schmalspur wird, wie aus dieser Tabelle zu entnehmen ist, für die Bequemlichkeit der Passagiere mindestens in demselben Masse wie auf normalspurigen Secundärbahnen vorgesorgt. Speziell verdienen in dieser Beziehung die Aussichtswagen der Brünig-Bahn mit Seitengallerie, dann die Galleriewagen der Scaletta-Bahn ganz besonders hervorgehoben zu werden; bei den ersteren steht eine eiserne Gallerie von 0·77 *m* Breite auf der Aussenseite des Kastens den Reisenden zur Verfügung, während bei den letzteren ein 0·70 *m* breiter Seitengang analog den Durchgangswagen der normalen Hauptbahnen angebracht ist. Bei den Personenwagen der Appenzeller Strassenbahn befinden sich auf beiden Seiten drehbare Plattform-Abschlüsse, auf welchen sich die Reisenden ohne Gefahr aufhalten können. Auch die Wagen der bosnischen



Personenwagen II. Cl. 9·95 m lg., Spurweite 1·07 m (Südamerika).
Wagenfabrik van der Zypen & Charlier, Deutz.

Schmalspurbahnen, der Strassenbahn Frauenfeld-Wyl u. a. m. lassen an Bequemlichkeit nichts zu wünschen übrig.

Schliesslich darf der Umstand nicht unberücksichtigt bleiben, dass die Hauptbahnen bei weitem längere Strecken durchfahren als die Schmalspurbahnen, die ersteren daher dem Publicum viel mehr Comfort bieten müssen als die letzteren. Auch werden, wie die Ergebnisse des Jahres 1889 und 1890 zeigen, selten alle Plätze im Zuge besetzt sein. Bei den deutschen Vereinsbahnen war 1889 jede bewegte Personenwagen-Achse durchschnittlich mit nur 4·37, bei den bosnischen Schmalspurbahnen mit 3·78 Personen besetzt, während auf eine Achse bei ersteren Bahnen 18·74, bei letzteren 7·53 Sitzplätze ent-



Dreiachsiger Personenwagen I. Classe mit radialstellbaren Achsen (Spurweite 1,067 m, Wagenlänge 10·300 m, Radstand 6·5 m, 32 Sitzplätze).
Wagenfabrik van der Zypen & Charlier in Deutz.



Personenwagen I. II. Classe der k. und k. Bosnabahn (76 cm Spur, 8·00 m lang).
Gebaut von der Wagenfabrik Freiherr von Ringhoffer, Prag-Smichow.

fallen; von allen bewegten Plätzen waren demnach bei den Normalbahnen nur 23·3, bei den bosnischen Bahnen 50·1% besetzt.

Die schmalspurigen Personenwagen stehen auch in Bezug auf Ventilation den Wagen der Normalbahnen nicht nach, und hat sich speziell die Ventilation der Bosnabahn-Wagen in den heissen Sommermonaten aufs beste bewährt; ebenso haben die bosnischen Bahnen analog den anderen schmalspurigen Eisenbahnen die Dampfheizung eingeführt, so dass auch in dieser Richtung für die Bequemlichkeit der Passagiere sehr gut vorgesorgt ist. Die Wagen haben ferner durchgehends grosse Radstände, was auf ihren ruhigen Gang von wesentlichem Einflusse ist; so erhalten die Wagen auf Truckgestellen der sächsischen Schmalspurbahnen einen Radstand (Entfernung der Endachsen) von 10·00 *m*, die von Zell-Todtnau 8·00, die der Doberan-Heiligendammer-Bahn einen solchen von 6·40 *m*, die von van der Zypen und Charlier in Deutz construirten drei-

№ 83.



Personenwagen der Eisenbahn Doberan-Heiligendamm, 11·21 m lg, 90 cm Spurweite.

Waggonfabrik Actien-Gesellschaft vorm. P. Herbrand & Comp. in Cöln-Ehrenfeld.

achsigen Personenwagen 6·50 *m*, der Brünig-Bahn 6·00 *m*, Eisenbahn Frauenfeld-Wyl 5·20 *m*, der bosnischen Schmalspurbahnen 5·00, Scaletta-Bahn 4·60 *m*.

Die Bosnabahn hat zu beiden Seiten der centralen Zugvorrichtung Schraubenkuppeln angebracht, welche die Spannung im Zuge regeln und viel zur Behebung der an und für sich ohnehin unbedeutenden Seitenschwankungen beitragen.

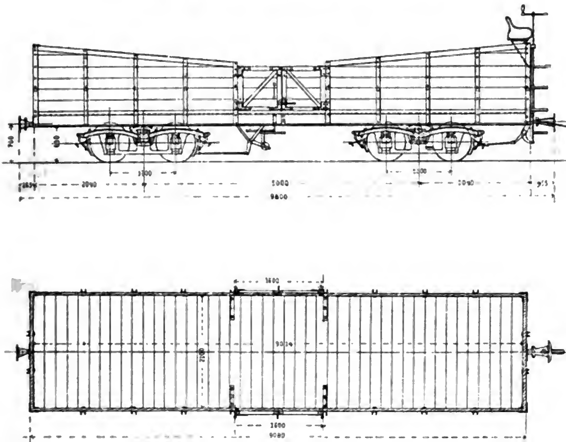
In übrigen hängt der ruhige Gang der Wagen von der Stärke des Oberbaues ab, da erfahrungsgemäss ein kräftiger Oberbau ein sanfteres Befahren gestattet. Auch übt das, bei den Schmalspurbahnen beobachtete Einlegen von Schienen bis zu 10 *m* Länge und die dadurch bewirkte Restringierung der Schienenstösse einen äusserst vortheilhaften Einfluss auf eine ruhige Fahrt, welche überhaupt, wie bekannt, viel von der Sorgfalt abhängt, die der Erhaltung des Oberbaues und der Fahrbetriebsmittel zugewendet wird, und ist in erster Linie

der Zustand der Achsbüchsenführungen und nicht die Spurweite auf den ruhigen Lauf von wesentlichem Einflusse.

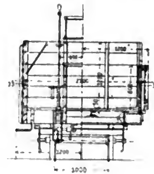
c) Güterwagen.

Die schmale Spurweite gestattet die Construction von Wagen mit derselben Tragfähigkeit wie die Normalspur. Wenn die letztere Wagen von 15, 20 und 25 *t* Tragkraft in Verkehr setzt, so baut die erstere Wagen von 20 *t*,

Güterwagen der Eisenbahn Zell-Todtnau.



wie beispielsweise die holländische Staatsbahn auf Sumatra von 1·067 *m* Spurweite, und mit 24 *t*, wie sie das Werk Decauville ainé für 60 *cm* spurige Bahnen ausführt.



Dabei gestaltet sich das Verhältnis der Tara zur Nettolast auf schmalspurigen Eisenbahnen zumeist viel günstiger als auf Normalbahnen, wie der nachstehende Vergleich zeigt:

a) Bei normalspurigen Bahnen:

Wagen	mit 2 Achsen				mit 4 Achsen auf Truckgestellen	
Gedeckte Wagen ohne Bremse.						
Tragfähigkeit . . *t*	10			15	15	
Bodenfläche . . *m*²	13·2—16·0			22·5	32·6	
Laderaum . . *m*³	31·2			54·0	70·0	
Fassungsraum Mann	40			?	86	
» Pferde	6			6	6	
Tara *t*	5·5			8·75	12·82	
Verhältnis der Tara zur Nettolast %	55·0			58·3	85·4	
Offene Güterwagen.						
Tragfähigkeit . . *t*	11	11·3	12	15	20	25
Tara des Bremswagens . . . . *t*	5·3	5·6		7·0		
Verhältnis der Tara zur Nettolast . . %	48·1	49·5		46·6		
Tara eines Wagens ohne Bremse . . *t*	4·8	4·8	6·25	5·6	13·75	12·32
Verhältnis der Tara zur Nettolast . %	43·6	42·4	52·0	37·3	68·75	49·2



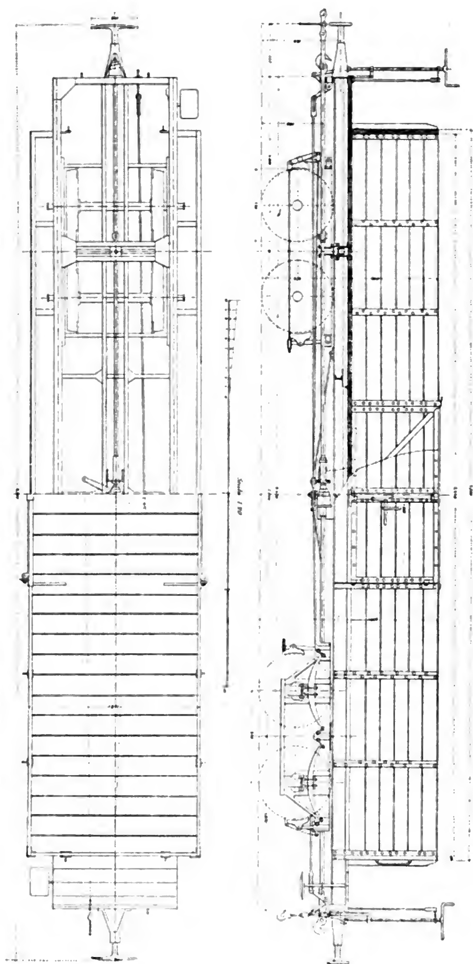
Güterwagen der k. und k. Bosnabahn, Tragfähigkeit 10 t.
Wagenfabrik F. Ringhoffer, Prag-Smichow.

b) Bei schmalspurigen Eisenbahnen:

	Decauville Bahnen (auf Truckgestellen)	Bosnabahn	Ponte Tresa-Luino (auf Truckgestellen)	Visp-Zermatt (auf Truckgestellen)	Scaletta-Bahn	Appenzeller Strassenbahn	Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln	Frauenfeld-Wyl
Spurweite *m*	0·60-0·75	0·76	0·85	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00
Gedeckte Güterwagen.								
Tragfähigkeit . . . . *t*	10	10		12	10	10	5	5
Ladefläche . . . *m*²	15·3	11·952		20·18	13·50	15·4	9·24	10·26
Laderaum . . . . . *m*³		23·00		42·37	30·78	32·3	18·46	19·494
Fassungsraum . Mann		32						
» . Pferde	4	4						
Tara . . . . *t*	4·7	4·7		8·0	4·7	5·94	3·31	3·5
Verhältnis der Tara zur Nettolast . . . . %	47·0	47·0		66·6	47·0	59·4	66·2	70·0
Offene Güterwagen.								
Tragfähigkeit . . . . . *t*	10	10	10	12	10	10	5	5
Tara . . . . *t*	3·17	4·1	4·5	7·4	4·00	5·94	2·76	2·5
Verhältnis der Tara zur Nettolast . . . . %	31·7	41·0	45·0	61·6	40·0	59·4	55·2	50·0



Güterwagen mit 10 t Tragfähigkeit der k. und k. Bosnabahn.
Wagenfabrik F. Ringhoffer, Prag-Smichow.



Güterwagen der Linie Ponte Tresa-Luino. (Tragfähigkeit 10 t, Spurweite 85 cm).

Schweizer. Industrie-Gesellschaft in Neuhausen bei Schaffhausen.

Die Güterwagen auf Truckgestelllen der Firma van der Zypen & Charlier erhielten unter anderen folgende Dimensionen:

Type	Spurweite	Ganze Wagenlänge	Länge des Wagenkastens	Breite des Wagenkastens	Lichte Höhe	Wagenhöhe über Schienen-Oberkante	Radstand der einzelnen Trucks	Entfernung von Mitte zu Mitte Drehgestell	Raddurchmesser	Tara des Wagens	Tragfähigkeit	Ladefläche	Laderaum
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	t	t	m²	m³
Gedeckte Güterwagen.													
Süd-Amerika . .	1·07	7·70	7·00	2·12	2·00	3·10	1·25	4·40	0·759	7·500	7·000	14·84	29·68
Süd-Amerika (Viehwagen)	1·07	7·70	7·00	2·12	2·00	3·10	1·25	4·40	0·759	7·900	7·000	14·84	29·68
Offene Güterwagen.													
Japan	1·067	10·05	9·20	2·00	—	—	1·20	6·00	0·700	5·70	7·00	18·40	—
Harz	1·000	10·06	9·20	2·57	—	—	1·10	6·00	0·758	6·18	10·00	23·64	

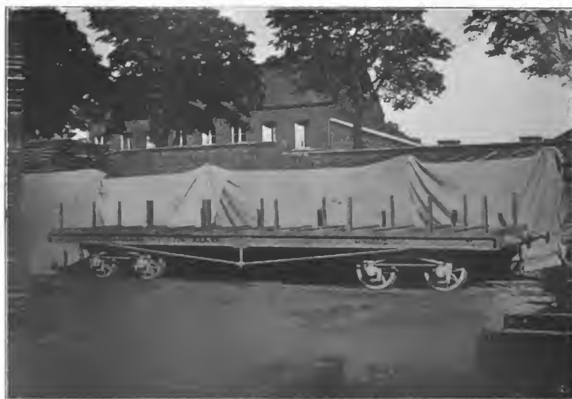


Güterwagen 7·70 m lang, Tragfähigkeit 7 t, Spurweite 1·07 m.

Für Südamerika construirt von der Wagenfabrik van der Zypen & Charlier in Deutz.



Güterwagen 10·06 lang, mit 10 t Tragfähigkeit, 1·00 m Spurweite.
Für schmalspurige Bahnen im Harz gebaut von der Wagenfabrik van der Zypen & Charlier in Deutz.



Güterwagen, 10·05 m lang, mit 7 t Tragfähigkeit, 1·067 m Spur.
(Japanische Schmalspurbahnen).
Eisenbahnwagen-Fabrik van der Zypen & Charlier in Deutz.

Aus der Tabelle Seite 35 ist ersichtlich, dass die Kastenwagen der Spurweite von 60 *cm* geradeso wie die der 76 *cm* Spur 4 Pferde fassen, und selbst die Bodenfläche der Wagen von 60 *cm* Spurweite der Ladefläche normalspuriger Wagen derselben Tragfähigkeit gleichkommt.

Ein so überraschendes Resultat konnte nur durch Anwendung der Truckgestelle erzielt werden, welche den Bau langer und besonders tragfähiger Wagen gestatten und daher für die Schmalspur von weitreichendster Bedeutung sind. Dem System Samson Fox in Leeds mit seinen Stahlblech-Constructionen ist es zu verdanken, dass das Eigengewicht dieser Wagen-Type um 20 – 50% gegenüber den nach den alten Principien gebauten herabgedrückt werden konnte; ein durch die Leeds Forge Company construirter Drehschemel für Personenwagen von 1·00 *m* Spurweite besteht aus 15 Theilen und wiegt 406 *kg*, ein Drehschemel für Güterwagen, bestehend aus 16 Theilen, aber 305 *kg*.



Güterwagen mit 10 t Tragfähigkeit (4 Pferde) auf 60 cm Spur.
Gebaut vom Etablissement Decauville ainé in Petit-Bourg.

Als weitere Vortheile des Fox'schen Systems werden im wesentlichen genannt:

Vollständige Gleichförmigkeit der hergestellten Bestandtheile, demnach auch leichtes Auswechseln derselben; grössere Dauer des Untergestelles und Drehschemels; bedeutende Reduzierung der Zahl der Bestandtheile, aus welchen die Untergestelle und Drehschemel sich zusammensetzen, wodurch die Montirungskosten vermindert werden; Wegfall von speziellen Achshaltern, da die oberen und unteren Stege der Brustträger grosse Breite erhalten, so dass für grösseren Nietenraum zwischen denselben und den Tragblechen gesorgt ist; Einführung einer centrischen Einlage, welche die Rechtwinkligkeit des Gestelles

sichert; die durch Unfälle deformirten Platten können ohne Beschädigung des Materials leicht in ihre ursprüngliche Form zurückgebracht werden.

Die Leistungsfähigkeit der Schmalspur.

Für die Leistungsfähigkeit einer Bahn ohne Unterschied der Spurweite ist massgebend:

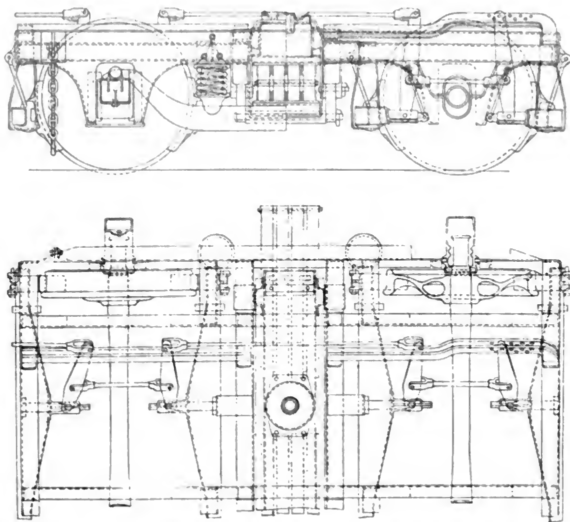
a) ihr Steigungs-Verhältnis,

b) die höchst zulässige Fahrgeschwindigkeit,

c) die Construction und Zahl der Fahrbetriebsmittel,

d) die Menge und Einrichtung der Stations-Anlagen, und

e) die Geleise-Anzahl in der offenen Strecke.

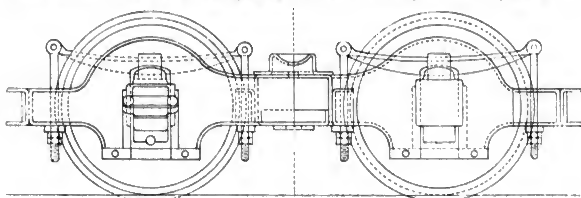


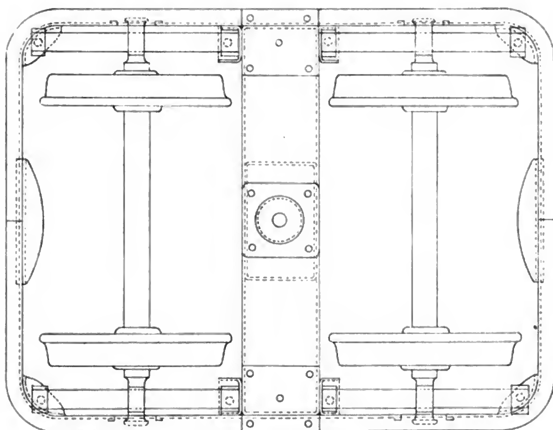
Fox'scher Patent gepresster Stahldrehschemel mit Schwing-Polster, Kugellager und Bremsbalken.
(Vertreter W. A. Hanst in Wien I, Schwarzenbergstr. 6).

Ein jeder dieser Factoren übt auf die Leistungsfähigkeit den nachhaltigsten Einfluss aus und muss daher, um die Grenze der Leistungsfähigkeit einer eingeleisigen Bahn zu bestimmen, unter Zugrundelegung der fahrplanmässigen Lastzugs-Geschwindigkeit die Belastung ihrer Locomotiven in der ungünstigsten

Steigung, sowie die längste Fahrzeit zwischen zwei Stationen (vermehrt um 1 Min. Intervalle für die Ein- resp. Ausfahrt der Züge) in Rechnung gezogen werden.

Aus den, bei der Fahrgeschwindigkeit und den Betriebsmitteln angeführten Daten erhellt, dass die Leistungsfähigkeit der Schmalspur eine imposante ist.





Gepresster Stahldrehschemel-Langträger Patent Fox.

Trotzdem dieselbe bis jetzt meist nur in verkehrsarmen Gegenden zur Anwendung gelangt ist, können sich ihre Betriebsergebnisse kühn mit denen der normalen Hauptbahnen messen, wie ziffermässig aus den Leistungen der Jahre 1889/91 nachgewiesen werden soll.

a) Im Personenverkehre:

Von den schmalspurigen Eisenbahnen haben über jeden Bahnkilometer geführt:

Die Darmstadt-Griesheimer und Darmstadt-Eberstadter Eisenbahn (1889) . . .	331.495	Personen
Mannheim-Weinheim (1889) . . .	276.314	»
Birsigthalbahn (1890)	243.297	»
Ravensburg-Weingarten (1891) . .	211.193	»
Genève-Veyrier (1890)	164.042	» .

Die Doberan-Heiligendammer Eisenbahn, welche nur während der Sommer-Monate betrieben wird, hat in der Zeit vom 10. Mai bis 30. September 1890, also in 144 Tagen 62.776 Personen über jeden Bahnkilometer befördert, so dass diese Leistung in einem ganzen Jahre 159.119 Personen betragen würde.

Der spezifische Verkehr der normalen Vereinsbahnen betrug dagegen im Jahre 1889 durchschnittlich 203.734 Personen.

Dass die schmale Spurweite auch in Zeiten ausserordentlicher Inanspruchnahme ihrer Aufgabe gerecht werden kann, beweist die Leistung der Eisenbahn Frauenfeld-Wyl während des 1890 in Frauenfeld abgehaltenen eidgenössischen Schützenfestes. Diese Bahn hat in der Zeit vom 19. bis 31. Juli über die 17·067 *km* lange Strecke Frauenfeld Stadt-Wyl (Maximalsteigung 30°/₀₀) trotz ihres geringen Fahrparkes gegen 34.000 Festtheilnehmer, somit bei Einrechnung der sonstigen Passagiere im Tagesdurchschnitte 3066 Personen anstandslos befördert.

Eine weitere Illustration zu der Leistungsfähigkeit der Schmalspur bietet die auf der letzten Pariser Weltausstellung in Verkehr gesetzte, allerdings zweigeleisige Decauville-Bahn von 60 *cm* Spurweite, auf welcher binnen 6 Monaten 6,302.670, darunter an einem Tage (8. September) 63.276 Personen ohne den geringsten Unfall befördert wurden. Hiebei muss speciell hervorgehoben werden, dass der Verkehr nur bei Tage abgewickelt wurde und Steigungen von 25 und 28°/₀₀ zu überwinden waren, von denen die erstere mit einem Bogen von 42, die letztere mit einer Contracurve von 30 *m* Radius zusammenfiel.

b) Im Güterverkehre.

Die Schmalspurbahnen im königl. Eisenbahn Bezirke Breslau von 60 und 78·5 *cm* Spurweite und 33·3 bezw. 90·9°/₀₀ Steigung haben im Jahre 1889 über jeden Bahnkilometer 241.413 *t* Güter befördert. Die österr.-ungarischen Normalbahnen haben in dem gleichen Jahre durchschnittlich 360.236, die deutschen Vereinsbahnen 459.124 *t* geführt, wobei berücksichtigt werden muss, dass diese Bahnen grösstentheils die industriereichsten Gegenden durchziehen und 28·9°/₀ ihrer Länge doppelgeleisig angelegt sind.

Auch die übrigen schmalspurigen Bahnen haben bereits einen lebhaften Verkehr aufzuweisen; so passirten auf der Festiniogbahn (1888) jeden Bahnkilometer 113.000 *t*, auf der bosn. herc. Staatsbahn Doboj-Simin Han (1890) 93.624 *t*, auf der Bosnabahn (1890) 72.059 *t*, auf der Rhene-Diemelthalbahn (1889) 63.470 *t* Frachten.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen übt naturgemäss die Grösse des Fahrparkes aus; dies gilt in erhöhtem Masse von den schmalspurigen Bahnen, weil dieselben, solange ihre Linien isolirt dastehen, auf eine Aushilfe seitens der Nachbarbahnen nicht rechnen können. Dieser Nachtheil ist indessen nicht so schwerwiegend, wie er auf den ersten Blick erscheinen mag, weil auch die normalspurigen Eisenbahnen gerade zur Zeit des intensivsten Verkehrs, welcher bei angrenzenden Bahnen so ziemlich in eine und dieselbe Periode fällt, zumeist auf ihren eigenen Fahrpark angewiesen bleiben, da die Wagen-Eigentümerinnen über ihre Wagen Laufbeschränkungen verhängen. Diesem Uebelstande konnte daher selbst bei normalspurigen Bahnen nur durch erneuerte Investitionen bezw. Erhöhung der Wagen-Tragfähigkeit einigermassen abgeholfen werden.

Entsprechend ihrer Verkehrsdichte verfügen auch die meisten schmalspurigen Bahnen über einen ansehnlichen Fahrpark, wie aus nachstehenden Ziffern hervorgeht:

Die deutschen Vereinsbahnen besassen im Jahre 1889 per Kilometer Bahnlänge

an Locomotiven	0·27	Stück,
» Personenwagen	0·53	»
» Güterwagen	5·91	» ,

die im deutschen Reiche betriebenen Schmalspurbahnen von 872·72 *km* Länge aber

0·20 Locomotiven,
0·44 Personen- und
4·75 Güterwagen.

Doch übertreffen einzelne Schmalspurbahnen mit starkem Verkehre diese Ziffern bedeutend; so besitzen die Breslauer Schmalspurbahnen 0·34 Maschinen und 24·6 Güterwagen, die Darmstadt-Griesheimer und Darmstadt-Eberstadter Bahn 1·28, die Mannheim-Weinheimer Bahn 1·58 Personenwagen für jeden Bahnkilometer; wie auch die bei den sächsischen Schmalspurbahnen auf den Betriebskilometer entfallende Anzahl von Sitzplätzen die der österr.-ungar. Normalbahnen übersteigt (16·91 gegen 13·52).

Auch die Leistungen der schmalspurigen Fahrbetriebsmittel stehen hinter den der normalspurigen Bahnen nicht zurück. Bei den deutschen Vereinsbahnen hat eine Locomotive im Jahres-Durchschnitte 34.333, bei der Bosnabahn aber 40.507, bei der Doboj-Simin Haner Bahn 34.237 *km* zurückgelegt. Auf einen Kilometer Betriebslänge entfallen ferner:

a) Leistungen der Personenwagen.

bei den österr. ungar. Normalbahnen (1889) . . .	31.849	Achs-Kilometer
bei sämmtlichen deutschen Vereinsbahnen (1889) .	46.238	»
und bei den schmalspurigen Eisenbahnen (1890)		
Birsigthalbahn	68.329	»
Brenets-Locle	55.644	»
Darmstadt-Griesheim und Darmstadt-Eberstadt (1889)	51.970	»
Genève-Veyrier	37.308	»

Appenzeller Bahn	32.263	Achs-Kilometer
Brünig-Bahn	28.132	»
b) Leistungen der Güterwagen:		
bei den österr. ungar. Normalbahnen (1889) . . .	159.991	»
bei allen deutschen Vereinsbahnen (1889)	207.385	»
und bei den schmalspurigen Bahnen		
Breslauer Schmalspurbahnen (1889)	181.342	»
Bosnabahn (1890)	58.708	»
Doboj-Simin Han (1890)	52.622	».

Die Tragfähigkeit der Güterwagen wurde bei den Normalbahnen mit 45·84%, bei den bosnischen Schmalspurbahnen mit 45·41, der Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln mit 41·2% ausgenützt.

Diese Leistungen lassen die militärische Benützbarkeit der schmalspurigen Bahnen im glänzendsten Lichte erscheinen; Truppen und Kriegsmaterial können rasch und bequem transportirt werden, während ein regelmässiger Nachschub angesichts der von diesen Bahnen selbst unter den schwierigsten Verhältnissen bewirkten glatten Abwickelung des Betriebes gewährleistet wird. Das Verlade-Profil der schmalspurigen Eisenbahnen gestattet den Transport von Militär-Fuhrwerken aller Art, und können selbst Pferde und Geschütze bis zu 48 *t* Gewicht auf der 60 *cm* Spur ohne Anstand befördert werden, wie die Constructionen des Werkes Decauville ainé zur Genüge beweisen.

Eine besondere Verwendung hat die schmale Spurweite als transportable Feldbahn gefunden; mit Rücksicht auf die grosse strategische Wichtigkeit dieser Gattung von Eisenbahnen soll derselben weiter unten eingehend Erwähnung gemacht werden.

Führung des Betriebes auf schmalspurigen Eisenbahnen.

Die Erleichterungen, welche für den Betrieb auf normalspurigen Secundärbahnen bewilligt wurden, finden auch bei den Schmalspurbahnen Anwendung, insoferne sie mit der erhöhten Fahrgeschwindigkeit und dem oft viel regeren Verkehre sich vereinbaren lassen.

Im nachstehenden soll die Art der Betriebsführung auf den einzelnen Linien näher skizzirt werden.

Auf der *k. und k. Bosnabahn*, welche für Tag- und Nachtverkehr eingerichtet ist, wird der Dienst zum grössten Theile nach den bei Hauptbahnen giltigen Normen abgewickelt. Sämmtliche Stationen sind in die Telegrafen-Correspondenzlinie eingeschaltet. Die Ausweichen und Streckenwächterhäuser stehen mit den Stationen in telefonischer Verbindung; etwa zur Nachtzeit verkehrenden, Personen führenden Zügen wird ein ambulanter Telegraf beigegeben. Die Strecke wird täglich vor dem ersten Personenzuge begangen.

Elektrische Glockensignale sind bei der Bosnabahn nicht eingeführt. dagegen wird vor der Abfahrt eines jeden Zuges an die Nachbarstation in der Richtung der Fahrt die telegrafische Anfrage »Bahn frei?« gestellt, und wird, wenn keine Antwort erfolgt, bei der Zugsexpedition so vorgegangen, als wenn

die telegrafische Verständigung unmöglich wäre. Ebenso wird auch der Abgang eines jeden Zuges der Nachbarstation telegrafisch bezw. telefonisch angezeigt.

Zur Deckung wichtiger Stationen, dann bei Abzweigungen werden Distanzsignale aufgestellt; das Zugspersonal ist verpflichtet, bei Annäherung an eine Station, welche nicht durch Distanzsignale gedeckt ist, seine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf alle, von der Station aus gegebenen Signale zu richten.

Die Weichen sind mit beleuchtbaren Signalkörpern ausgerüstet und werden von durchfahrenden Personenzügen mit 10 *km* Geschwindigkeit per Stunde passirt; die Einfahrsweichen sind mit Sicherheits-Pedalvorrichtungen versehen.

Mehr als zwei Locomotiven dürfen bei einem Zuge nicht wirken und ist eine gleichzeitige Anwendung von Zug- und Schiebelocomotiven unstatthaft. Die zu bremsende Bruttolast wird nach denselben Normen wie bei Hauptbahnen ermittelt, wobei 1 *t* unberücksichtigt bleiben kann; die Personenzüge, in welche ein Sicherheitswagen einrangiert wird, sind mit automatischen Vacuumbremsen versehen, und wird die Geschwindigkeit durch einen, an der Locomotive angebrachten Geschwindigkeits-Messer registriert.

Auch die Signalisierung erfolgt im Sinne der für Normalbahnen geltenden Signal-Ordnung, jedoch mit Rücksicht auf die geringere Geschwindigkeit mit nachstehenden Abänderungen:

a) Signale des Strecken-Personales:

Die Haltsignale werden auf wenigstens 300 *m* vor jener Stelle, wo gehalten werden soll, gegeben und sollen die sichtbaren Signale womöglich auf eine Entfernung von 300 *m* vom Zuge aus wahrnehmbar sein; alle Strecken- und Weichenwärter sind mit Knallkapseln ausgerüstet.

Die Langsam-Fahrsignale sind auf 200 *m* zu geben und sollen auf 200 *m* vom Zuge aus sichtbar sein.

b) Signale an den Zügen.

An der Spitze des Zuges: Eine weiss leuchtende Laterne vorne an der Locomotive.

Am Schlusse des Zuges: Zwei roth leuchtende Laternen an den oberen Ecken des letzten Wagens.

Die Revision der Fahrbetriebsmittel, welche mit elastischer Zug- und Stossvorrichtung, sowie einer doppelten Kuppelung versehen sind, ist nach bestimmten Normen geregelt. Die vorgeschriebenen Kesselproben werden zum erstenmale nach 5 Jahren, dann bei grösseren Reparaturen, mindestens aber nach je einem Zeitraume von 4 Jahren wieder vorgenommen. Die innere Kesselrevision, bei welcher die Siederohre zu entfernen sind, findet höchstens 5 Jahre nach erfolgter Inbetriebsetzung statt und wird nach mindestens je 4 Jahren wiederholt.

Das Auswaschen der Locomotiven richtet sich nach der Güte des Speisewassers, und wird speziell bei der Bosnabahn nach je 1500 zurückgelegten Kilometern durchgeführt.

Die Personen-, Post- und Gepäckswagen sind nach durchlaufenen 20.000 *km*, jedenfalls aber nach einem Jahre, die Güterwagen nach 30.000 *km*, min-

destens aber nach zwei Jahren einer Revision zu unterziehen, wobei die Achsen und Lager abgenommen werden müssen.

Die Untersuchung der Wagen bei den Zügen erfolgt in Entfernungen von höchstens 106 *km*, während bei den Hauptbahnen Revisionsschlosser auf 120 *km* bestellt sind.

Bei der *Brünig-Bahn* wird die Fahrgeschwindigkeit ausser den bereits früher angeführten, dann in den, durch die Sachlage gebotenen Fällen, sowie bei der Durchfahrt von Zwischenstationen und beim Befahren von Weichen gegen die Spitze auf 30 km pro Stunde ermässigt; auch hier wird dieselbe durch einen selbstregistrierenden Geschwindigkeitsmesser controlirt. Getheilte Züge folgen einander in der Bergstrecke in Zeitabständen von 2 Minuten resp. einer Minimaldistanz von 250 *m*.

Sämmtliche Wagen sind mit Haupt- und Notkupplungen, dann ausser der Handbremse noch mit der automatischen Klose'schen Dampfbremsleitung ausgerüstet, bei welcher unrichtige Stellungen der Bremsspindelmuttern durch ein Controlventil, welches Dampf ausströmen lässt, angezeigt werden.

Bei der *Strassenbahn Frauenfeld-Wyl* wird die Strecke wie bei anderen Secundärbahnen jeden Morgen vor dem ersten Zuge begangen.

Die Fahrgeschwindigkeit darf in starkem Gefälle, sowie in engen Curven nicht mehr als 18 *km* erreichen; bei der Fahrt durch Ortschaften, sowie bei Kreuzungen oder Einmündungen frequentierter Strassen muss dieselbe auf 10 *km* ermässigt werden.

In Strecken, wo die Bahn den Strassenkörper mitbenützt, werden Warnsignale mit der Dampfpfeife oder mit der Dampfglocke gegeben; unter allen Umständen muss signalisiert werden:

beim Einfahren in Ortschaften oder Häusergruppen,
vor begangenen Wegkreuzungen,
beim Einfahren in gedeckte Curven, dann

wenn Menschen oder Thiere auf dem Geleise oder in bedrohlicher Nähe desselben sich befinden.

Bei Nacht und Unwetter werden die Warnsignale auch ohne directe Veranlassung häufig wiederholt.

Auf den Adhäsionsstrecken der *Appenzeller Strassenbahn* beträgt die Maximal-Geschwindigkeit in Gefällen bis zu 20‰ 25 *km*, in Gefällen bis zu 40‰ 18 *km* in der Stunde. In gedeckten Curven, sowie beim Passieren von Ortschaften und bei Durchschneidung frequentierter Strassen darf nur mit 10 *km* Geschwindigkeit gefahren werden.

Bei Gefällen bis zu 10‰ muss $^1/_5$, bis 20‰ $^2/_7$, bis 30‰ $^2/_5$, bis 40‰ $^2/_3$ der Zuglast, über 40‰ jeder Wagen gebremst sein.

Bei der *Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln* werden die Züge nur von einem Zugsführer begleitet, da die Bedienung der Heberlein-Zugbremse von der Locomotive aus erfolgt.

Befinden sich nicht feuersicher eingedeckte Gebäude in geringerer Entfernung als 13·75 *m* von der Bahn, so muss während der ganzen Fahrt längs

diesen Gebäuden der Aschenkasten der Locomotiven geschlossen werden; diese Stellen sind durch besondere neben dem Geleise aufgestellte Signale gekennzeichnet.

Wenn Thiere bei Annäherung von, am Strassenkörper fahrenden Zügen Zeichen der Unruhe erkennen lassen, so hat der Locomotivführer den Dampf in den Condensator zu leiten oder abzuschliessen, den Zug aber sofort zum Stehen zu bringen, wenn die Thiere scheu werden.

Originell ist der auf der *Scaletta-Bahn* eingeführte Modus zur Vermeidung unnötiger Aufenthalte der gemischten Züge; die Ankunftszeiten dieser Züge werden nämlich in den für das Publicum bestimmten Fahrplänen als Abfahrtszeiten ausgewiesen, so dass die Züge nach beendeter Manipulation jederzeit ohne Zeitverlust abfahren können.

Zur Verhütung von Unfällen wird mit der Dampfpfeife das Achtungssignal 150 bis 50 *m* vor denjenigen nicht mit Barrieren geschlossenen Wegübergängen gegeben, welche auf 100 *m* Abstand von der Locomotive aus nicht zu übersehen sind, oder von deren nächster Zufahrt aus die Bahn verdeckt ist. —

Im Betriebe der schmalspurigen Eisenbahnen spielt das Telefon eine grosse Rolle; dasselbe dient zur Beförderung von Privat- und sämmtlichen Betriebsdepeschen, zu welch' letzteren insbesondere Zugsmeldungen, Kreuzungsbestimmungen, Reclamationen und Meldungen über Unfälle gehören.

Die Rufzeichen werden so gewählt, dass Irrtümer bei nur einiger Aufmerksamkeit ganz ausgeschlossen sind. Die abzugebenden oder aufzunehmenden Depeschen werden wie die telegrafischen Correspondenzen in ein eigenes Journal eingetragen.

Das Telefon hat sich im Eisenbahn-Betriebe sehr gut bewährt und bietet den Vorteil, dassselbst ein gewöhnlicher Arbeiter mit der Bedienung dieser Apparate leicht vertraut gemacht werden kann; auch verursacht die Erhaltung sehr geringe Kosten.

Aus dem gesagten erhellt, dass die schmale Spurweite in jeder Hinsicht dieselbe Sicherheit zu bieten vermag wie eine Normalbahn. Thatsächlich werden bei den, im Anhange zu den statistischen Nachrichten des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen pro 1889 angeführten 10 schmalspurigen Bahnen von 522·41 *km* Gesammtlänge auf je eine Million Achskilometer blos 0·23 Verletzungen von Personen aufgezählt, während bei den deutschen Vereinsbahnen im Jahre 1889 ausschliesslich der Selbstmörder 0·054 Tödtungen und 0·16 Verletzungen, zusammen 0·21 Unfälle auf die gleiche Leistungseinheit entfallen.

Finanzielle Ergebnisse der schmalspurigen Eisenbahnen.

Einnahmen und Ausgaben.

Die österr. ungar. Normalbahnen haben im Jahre 1889 per Kilometer Bahnlänge 22.800 Mk, sämmtliche dem Vereine deutscher Eisenbahnverwaltungen angehörigen Bahnen aber 26.918 Mk eingenommen; hievon entfallen auf den Personenverkehr 4.944 bezw. 6.929 Mk (22·4—26·3%), auf den Güterverkehr 16.715 bzw. 19.345 Mk (76·3—71·7%).

Die schmalspurige Festiniog-Bahn hat im Jahre 1888 an kilometrischen Einnahmen 23.200 Mk, und zwar 6.400 Mk aus dem Personen-, 16.800 Mk aus dem Güter-Verkehre aufzuweisen; ihre Ergebnisse übertreffen daher die der österr. ungar. Vollbahnen.

Auf den Wagen-Achskilometer reducirt stellen sich die Gesammt-Einnahmen bei den normalspurigen Vereinsbahnen mit 10·32 Pf, die Betriebs-Ausgaben (13.983 Mk per Bahnkilometer) auf 5·32 Pf. Das Anlage-Capital hat sich im Durchschnitte mit 5·40% verzinst. Bei den Schmalspurbahnen stellen sich diese Ergebnisse pro 1889/1890 wie folgt:

Name der Bahn	Grösste Steigung	Gesammt-Einnahme per		Ausgaben per		Das Anlage-Capital hat sich verzinst mit	Betriebs-Coëfficient
		Bahn-Kilometer	Wagen-Achs-Kilometer	Bahn-Kilometer	Wagen-Achs-Kilometer		
	‰	Mk.	Pf.	Mk.	Pf.	%	
1. Deutsche Bahnen (1889).							
Breslauer Schmalspurbahnen	33·3 90·9	7.471	4·11	2.218	1·22	5·57	29·69
Brölthalbahn	19	2.842	10·88	1.766	6·76	6·21	62·12
Darmstadt—Griesheim und Darmstadt—Eberstadt	31·2	8.394	16·15	4.272	8·21	11·28	50·89
Doberan—Heiligendamm	16·6	8.103	10·65	4.056	5·33	3·89	50·05
Eckernförde—Kappeln		2.151	11·79	1.801	9·87	1·23	83·73
Eichstädter Schmalspurbahn	25	8.062	19·54	4.328	10·49	6·01	53·69
Felda-Bahn	40	2.903	12·22	1.939	8·16	2·84	66·82
Gernrode—Harzgerode		4.275	12·40	2.882	8·35	1·91	67·41
Hildburghausen—Heldburg	28	1.335	6·77	1.645	8·34	—	123·17
Kaysersberger Thalbahn		6.036	15·32	3.709	9·41	3·91	61·45
Kerkerbachbahn		7.275	19·24	4.164	11·01	3·62	57·23
Kreis Altena'er Schmalspurbahn		6.307	17·19	4.347	11·84	3·18	68·91
Kreiseisenbahn Flensburg—Kappeln (1890)	25	3.322	10·91	2.479	8·14	3·45	74·63
Mannheim—Weinheimer Bahn	24·3	7.051	11·25	5.162	8·24	2·57	73·21
Ocholt—Westerstede	3·3	2.131	12·35	1.177	6·82	3·36	55·24
Pfalzburger Strassenbahn		8.766	27·30	6.839	21·30	2·97	78·02
Rappoltsweiler Strassenbahn		13.233	17·55	10.218	13·10	4·68	80·23
Ravensburg—Weingarten (1890)	37	9.435	27·30	5.365	15·52	8·45	56·87
Rhene—Diemelthalbahn		3.666	6·96	2.916	5·53	1·09	79·54
Sächsische Schmalspurb. (1890)	33·3	4.161	9·03	3.488	7·57	1·13	83·83
Strassburger Strassenb. (1891)	30·3	2.964	9·26	2.475	7·78	1·52	84·02
Strassenbahnen Mühlhausen—Ensisheim—Wittenheim	19	4.107	12·87	3.175	9·95	4·76	77·31

Name der Bahn	Grösste Steigung	Gesammt-Einnahme per Bahn-Kilometer	Gesammt-Einnahme per Wagen-Achs-Kilometer	Ausgaben per Bahn-Kilometer	Ausgaben per Wagen-Achs-Kilometer	Das Anlage-Capital hat sich verzinst mit	Betriebs-Coëfficient
	‰	Mk.	Pf.	Mk.	Pf.	%	%
Walhallabahn (Stadtamhof—Donaustauf 1890)	33·3	4.147	14·01	2.517	8·51	4·46	60·71
Weimar—Rastenberg	25	1.708	6·07	1.634	5·81	0·14	95·69
Zell—Todtnau	28·5	4.822	17·65	3.229	11·82	1·59	66·96
2. Schweizerische Bahnen (1890).							
Appenzeller Bahn	37	8.620	16·71	6.843	13·26	1·22	79·38
Birsigthalbahn	40	8.286	10·72	6.028	7·80	2·91	72·75
Brenets—Locle	30	8.168	28·84	5.825	20·56	1·21	71·32
Frauenfeld—Wyl	46	5.132	15·82	3.773	11·63	2·48	73·54
Genève—Veyrier	50	9.580	25·68	6.800	18·23	3·44	70·99
Landquart—Davos	45	10.974	31·60	5.510	15·87	4·46	50·22
Lausanne—Echallens	40	6.866	18·24	4.100	10·89	1·53	59·71
Ponts-Chaux de fonds	40	2.767	16·15	2.756	16·08	—	99·64
Tramelan—Tavannes	40	4.844	21·62	3.680	16·43	1·94	75·97
Voies étroites Genève	60	6.475	24·28	4.298	16·12	3·53	66·39
Waldenburg	30	3.750	11·12	2.822	8·36	4·93	75·27
3. Oesterr. ung. Schmalspur-Bahnen.							
Bacau—Piatra und Ciasná—Dobrina (1889)	22·2	4.510	11·44	2.889	7·33	4·07	64·05
Gölnitzthal-Schmalspurb. (1889)	12·5	7.816	14·67	5.040	9·46	2·67	64·49
Gran-Breznitz-Schemnitzer Eisenbahnen (1889)	20	3.909	12·98	3.116	10·35	0·71	79·72
Ischl—Strobl (1891)	25	4.660	15·36	2.202	7·25	?	47·23
Salzburg—Mondsee (28. VII.—31. XII. 1891)	25	4.923	14·79	2.748	8·25	?	55·81
Taraczvölgyer Schmalspur-Bahn (1889)	25	1.634	7·93	1.338	6·49	0·53	81·87
4. Bosnische Schmalspur-Bahnen (1890).							
K. und k. Bosnabahn:							
Brod—Zenica	14·0	8.147	10·52	3.787	4·89	5·73	46·48
Zenica—Sarajevo	9·0					4·39	
Bosn. herc. Staatsbahn Doboj—Simin Han	10·0	4.693	6·61	3.064	4·32	4·01	65·29
Bosn. herc. Staatsbahn Sarajevo—Metković	10·0	3.048	12·81	2.275	9·56	0·76	74·65

Der Betriebs-Coëfficient der Vollbahnen beträgt im Durchschnitte 51·9%, bei den oben angeführten schmalspurigen Eisenbahnen aber 65·7%. Derselbe wird, was man zumeist ganz übersieht, sehr stark von den Tarifen beeinflusst und ist daher für einen Vergleich nur insoferne von Wert, als die Tarife mit den Selbskosten überhaupt im Zusammenhange stehen. Es ist demnach weniger dieser Coëfficient, welcher zu Gunsten der schmalen Spurweite spricht, als vielmehr die absolute Höhe der Einnahmen und Ausgaben, welche eine entsprechende Verzinsung des weit niedrigeren Anlage-Capitals selbst noch bei einem derart schwachen Verkehre ermöglichen, wo eine Normalbahn sich gar nicht mehr behaupten könnte. Die Betriebs-Ausgaben stellen eben bei gleicher Betriebsführung und derselben Intensität des Verkehrs an alle Dienstzweige die gleichen pecuniären Anforderungen ohne Rücksicht auf die Spurweite, wie bei der Analyse der Ausgaben detailliert nachgewiesen werden wird.

Als Beleg hiefür diene ein Vergleich zwischen den Ergebnissen der k. und k. Bosnabahn und denen der normalen Vereinsbahnen. Der kilometrische Verkehr betrug:

bei der Bosnabahn (1890) 64.649 Personen und 72.059 *t* Güter,
bei den Vereinsbahnen (1889) 203.734 Personen und 459.124 *t* Güter.

Geldergebnisse: Einnahmen

bei der Bosnabahn per Bahnkilometer 8.147 Mk, für den Achsklm. 10·52 Pf.
bei den Vereinsbahnen per Bahnkilometer 26.918 Mk, für den Achskilom. 10·32 Pf,

Ausgaben

Bosnabahn per Bahnkilometer 3.787 Mk, für den Achskilometer 4·89 Pf,
Vereinsbahnen » » 13.983 » » » » 5·32 »

Ueberschuss:

bei der Bosnabahn für den Bahnkilometer 4.359 Mk, für den Achskilometer 5·63 Pf.
bei den Normalb. » » » 12.935 » » » » 5.00 »,

so dass sich das Anlage-Capital verzinst hat

bei der Bosnabahn (Strecke Brod-Zenica) mit 5·73%,
bei den deutschen Vereinsbahnen mit 5·40%.

Umladekosten.

Die Umladekosten und die mit der Umladung verknüpften Uebelstände, wie die Verzögerung in der Güter-Expedition und das Calo bei Massengütern wurden bisher als die schwerwiegendsten Argumente gegen die Schmalspur angeführt; wie nichtig dieselben sind, beweisen die Ergebnisse der vielen im Betriebe stehenden Schmalspurbahnen.

Die k. und k. Bosnabahn zahlt in ihrer Grenzstation Bosn. Brod für das Umladen der Güter, welches durchwegs nur mit Handarbeit erfolgt, 2·0 Pf. per Meterzentner, die sächsischen Schmalspurbahnen aber 0·5 Pf. für das Umladen von Stückgütern, 0·12 Pf. für Wagenladungsgüter und 0·3 Pf. für Langholzsendungen. Auch die Felda-Bahn berechnet für das Umladen je nach der Gattung der Güter nur 0·12—0·30 Pf. per Meterzentner.

Für den Nutzkilometer entfallen bei der

Felda-Bahn (1890)	139·01 Pf an Einnahmen,	4·52 Pf an Umladekosten	=3·2% der Einnahmen,
Ravensburg-Weing. (1890)	137·02 » » »	2·88 » » »	=2·1% » »
Frauenfeld-Wyl (1890)	124·2 » » »	2·26 » » »	=1·8% » »
Salzburg-Mondsee (1891)	118·4 » » »	17·2 » » »	=1·4% » »

Angesichts der vielen anderweitigen Vorteile, welche die Schmalspur bietet, fallen diese Procentsätze fast gar nicht ins Gewicht. Ueberdies üben die Umladekosten, wie speziell aus den Ergebnissen der Bosnabahn erhellt, auf die Betriebskosten gar keinen nachtheiligen Einfluss aus, wie aus dem folgenden ersichtlich ist.

Jede Tonne Gut hat auf dieser Bahn durchschnittlich 117·51 *km* durchfahren, es hätte daher jeder fremde zehntonnige Wagen unter der Voraussetzung, dass er bei der Hintour beladen, bei der Rückkehr leer läuft, an Miete gekostet:

235 *km* à 1 Pf	= 2·35 Mk
5 Tage Zeitmiete (wovon 1 Tag mietfrei) à 1 Mk	= 4·00 »
zusammen	6·35 Mk.

Nun betragen die Werkstättenkosten für jedes Wagen-Achskilometer bei der Bosnabahn 0·150 Pf, demnach für einen dreiachsigen (10 *t*) Wagen

für 235 *km*	1.06 Mk,
für das Umladen von 10 *t* à 20 Pf	2·— »

so dass sich die gesammten Spesen der Bosnabahn in dieser Richtung auf 3·06 Mk stellen; es bleiben daher für eine jede solche Tour 3·29 Mk zur Verzinsung und Amortisierung des rollenden Materials übrig.

Hiezu kommt noch der Umstand, dass die Schmalspurbahnen ihre eigenen Wagen eventuell bis zur Wiederbeladung in der Endstation stehen lassen können, somit dieselben auch bei der Rückfahrt auszunützen in der Lage sind, während sie den fremden Wagen zur Vermeidung grösserer Wagenmiete, bezw. auch Verzögerungs-Gebühr mit thunlichster Beschleunigung zurücksenden müssten. Diese Rücksichten sind so schwerwiegend, dass selbst viele normalspurige Bahnen die Umladekosten nicht scheuen, um solche fremde Wagen, welche weite Strecken auf ihrem Netze zurücklegen sollten, schon in der Uebergangs-Station umladen zu lassen, und seinerzeit gegen eine Fassung des Wagen-Regulativs, welche den Verkehr von fremden beladenen Wagen bis zur Bestimmungs-Station obligatorisch machen sollte, Einsprache erhoben haben.

Im übrigen ist es bekannt, dass der Uebergang diverser Wagen der Hauptbahnen auch auf normalspurige Secundärbahnen aus verschiedenen Gründen unzulässig ist, diese Wagen daher auch hier umgeladen werden müssen.

Die aus der Umladung resultierende Verzögerung in der Güter-Expedition beträgt bei ausreichendem Wagenparke höchstens einen Tag; eine Ueberschreitung der Lieferfristen wird dadurch nicht hervorgerufen, da die letzteren erfahrungsgemäss in den meisten Fällen gar nicht ausgenützt werden und die Güter noch vor Ablauf derselben an ihren Bestimmungsort gelangen.

Von einem Calo kann schliesslich nur bei Massengütern die Rede sein. Sorgfältige Ueberwachung der mit der Umladung beschäftigten Arbeiter, zweck-

mässige Umlade-Vorrichtungen und richtige Geleise-Anlage werden diesem Uebel am besten steuern können; in der That macht sich das Calo bei den schmalspurigen Eisenbahnen in keiner Weise fühlbar.

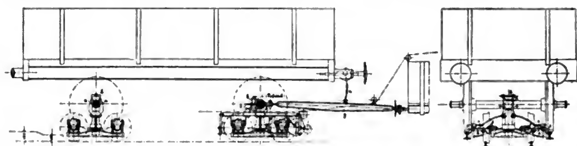
Behufs Umladung von Massengütern werden die Umlade-Geleise in paralleler Richtung so aneinander gerückt, dass die Wagen der Normal- und Schmalspur mit den Plattformen gleich hoch zu stehen kommen und sich bis auf 60 *cm* nähern. Diese Umlade-Geleise werden, wo es die Natur der Ware erfordert, theilweise überdeckt.

Stückgüter werden in der Weise umgeladen, dass man die schmalspurigen Wagen auf der einen, die Normalwagen auf der entgegengesetzten Seite des Frachten-Magazins aufstellt, oder es wird, wie bei den sächsischen Linien, ein schmalspuriger Schienenstrang in die Güterhallen eingeführt.

Zur Verladung schmalspuriger Fahrbetriebsmittel auf die der Normalbahnen dienen Auffahrtsrampen, welche mit schmalspurigen Geleisen belegt sind. Die Höhe dieser Rampen an der Stirnseite entspricht der Plateauhöhe der Normalwagen; die Ueberleitung von der Rampe auf die vollspurigen Wagen wird durch abnehmbare Schienenstücke bewirkt.

Wo die Schmalspur zwei Normalbahnen verbindet, oder wo Güter ihrer Natur nach ein Umladen nicht gut zulassen, werden die Normalwagen oft über die schmalspurigen Eisenbahnen direct befördert, wie dies beispielsweise auf der Eichstädter Bahn und den sächsischen Linien geschieht.

Der auf letzteren angewendete Langbein'sche Rollschemel von 705—817 *kg* Eigengewicht gestattet die Ueberführung von Normalwagen sammt Radsätzen.



Jeder Rollschemel besteht aus einem kleinen zweiachsigen Wagen mit einem kreuzförmigen, die Achslager enthaltenden Gestelle. In der Mitte des letzteren ist ein kräftiger Bolzen (Königszapfen) angebracht, auf dem eine Traverse drehbar aufgehängt ist; durch diese Verbindung der Traverse mit dem eigentlichen Unterwagen sind beide zu einander derart drehbar, dass wenn jede Achse eines zu transportirenden Normalwagens fest mit der Achse eines Rollschemels verbunden ist, die Achsen des letzteren sich beim Durchfahren von Curven leicht einstellen. Da für jede Achse eines Normalwagens ein derart construirter Rollschemel verwendet wird, so ist der Radstand des ersteren für den Transport auf der Schmalspurbahn belanglos.

Das Aufladen der Normalwagen erfolgt in nachstehender Weise:

Der aufzuladende Wagen wird auf das 150 bzw. 100 *mm* erhöht liegende normalspurige Verladegeleis gestellt, worauf von der anderen Seite her die

Rollschemel derart unter den Wagen geschoben werden, dass die Mitten derselben mit den Mitten der beiden Achsen zusammenfallen. Hierauf werden die in der Mitte der Drehschemel befindlichen Gabeln *a a* heraufgeschlagen, so dass sie die Achsen des Normalwagens umfassen, und sodann durch Ueberschieben der dazu gehörigen losen Bügel *b* fest verbunden.

Nunmehr wird der Wagen mit den Transporteuren, nachdem die Schemel derselben so gedreht worden sind, dass die tragenden Enden richtig unter den Radflantschen der Räder stehen, in der Richtung nach dem Schmalspurgeleis abgeschoben, bis die Radflantschen sich auf die Auflagefläche *c* der Drehschemel aufgesetzt haben und der zu befördernde Wagen vom Haupthahngeleise abgehoben ist.

Die Befestigung der Räder auf den tragenden Enden der Drehschemel erfolgt durch die an den letzteren befindlichen Klauen *d*, die soweit wie möglich über die Innenseite des Reifens vorgeschoben, durch Schwengelschrauben *e* fest angezogen und durch Herumlegen der excentrischen Einleger *f* in ihrer Stellung gesichert werden.

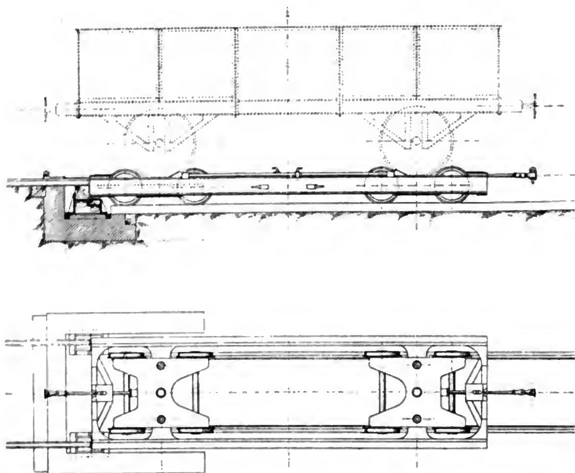
Die Verkuppelung des Rollschemels mit dem Nachbarwagen erfolgt durch eine Stange *g*, deren Kappe *h* über die Achse des verladenen Normalwagens zwischen die Gabeln *a a* der Drehschemel geschoben und durch ein entsprechend geformtes Passtück *i*, den Vorstecker *k* und eine auf das Passtück wirkende Schraube *l* mit Gegenmutter *m* befestigt wird. Damit die Kuppelstange nicht herunterfallen kann, wird dieselbe noch mit der daran befindlichen Kette *n* an den Zughaken des Normalwagens angehängt.

Die Beförderung solcher auf Rollschemeln verladenen Wagen erfolgt anstandslos selbst mit gemischten Zügen, mit der Beschränkung, dass zwischen den Rollschemeln und den Personenwagen ein oder mehrere Güterwagen einrangiert und höchstens 2 derart verladene Normalwagen in einem Zuge eingereiht werden.

Beim Ent- sowie Beladen von auf Rollschemeln verladenen Wagen muss auf eine möglichst gleichmässige Ent- oder Belastung der Achsen gesehen werden; ist dies wegen der Art der Fracht nicht ausführbar, so muss der Wagen vorher durch Stützen gegen Kippen gesichert werden.

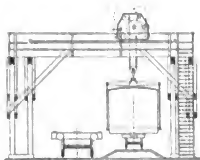
Der von der schweizerischen Locomotiv- und Maschinen-Fabrik in Winterthur gebaute Rollblock Patent Brown ruht auf 2 Doppelbogies, welche so situirt sind, dass derselbe Curven bis 18 *m* Radius leicht passieren kann. In den Umlade-Stationen wird das schmalspurige Geleise der Auffahrtgrube gegenüber dem Normalgeleise so vertieft, dass die Auffahrtschiene des Rollblockes mit dem Normalgeleise correspondiert; die Räder des auf den Transporteur aufgefahrenen Wagens werden gegen die Schienen des ersteren durch eine besondere Vorrichtung sorgfältig verkeilt, so dass der Wagen in Steigungen oder Gefällen nicht ablaufen kann.

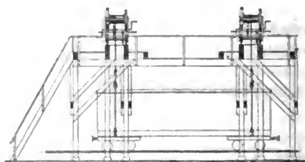
Die Kessel der schmalspurigen Reservoirwagen werden auf den sächsischen Linien mittelst eines Hebekrahnes zu je 2 auf normalspurige Wagen verladen und so auf der Hauptbahn weiterbefördert.

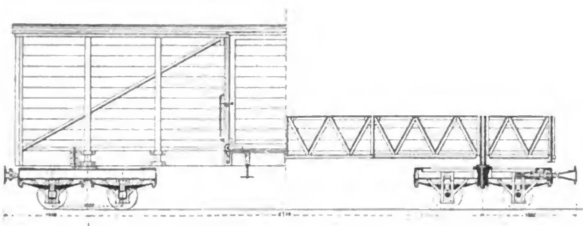


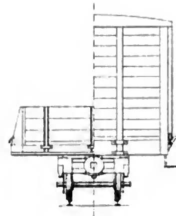
Rollblock Patent Brown.

Die Hebekrahne dienen auch zur Ueberladung von abnehmbaren Wagenkästen, welche nach Form und Grösse den gewöhnlichen gedeckten und offenen Kästen der vollspurigen Wagen gleichen und für die Beförderung solcher Güter, die das Umladen nicht gut vertragen, im Uebergangsverkehre von und nach der Normalbahn verwendet werden. Die Umsetzung dieser Wagenkästen









erfolgt derart, dass der Kasten von seinen Drehgestellen, mit welchen er durch je einen Zapfen verbunden ist, mittelst der Laufwinden seitwärts nach einem Parallelgeleis verschoben und auf die dort stehenden Auswechslungs-Drehgestelle heruntergelassen wird.

Als Unterwagen zum Transporte der Wagenkästen auf Normalspurbahnen dienen ältere zweiachsige Untergestelle; dieselben sind so eingerichtet, dass je zwei davon einen Setzkasten tragen. Für die schmalspurige Bahn wurden Untergestelle mit steifen Achsen von je 1·2 *m* Radstand, 5000 *kg* Tragfähigkeit und einem Eigengewichte von 980 *kg* hergestellt.

Ein umsetzbarer gedeckter Wagenkasten hat 4000 *kg* Eigengewicht, 21·0 m^2 Bodenfläche und 40·37 m^3 Fassungsraum. Ein Setzkasten nach Form der offenen Wagen wiegt 2900 *kg*, hat 20·74 m^2 Bodenfläche und 12·34 m^3 Fassungsraum.

Schliesslich darf nicht unerwähnt bleiben, dass die auf Normalbahnen zur Verfrachtung gelangenden Möbeltransportwagen auch auf der Schmalspur anstandslos befördert werden können, indem dieselben einfach mit abgezogenen Rädern verladen werden. Die Lichtraum-Profile der Bahnen mit verschiedenen Spurweiten differieren eben im grossen Ganzen nur in der Höhen-Ausdehnung, wie die nachstehenden Daten beweisen:

Lichtraum-Profil der

Normalbahnen:		Breite	4·00 *m*,	Höhe	über	Schienen-Oberkante	4·80 *m*,
Brünigbahn / Scalettabahn	1·00 Spur,	»	3·55 *m*,	»	»	»	3·90 *m*,
Bosnabahn	76 *cm* »	»	3·60 *m*,	»	»	»	3·65 *m*.

Vertheilung der Ausgaben.

Die Ausgaben vertheilen sich:

Name der Bahn	Allgemeine Verwaltung			Bahnaufsicht und Bahnerhaltung			Verkehrs- und commercieller Dienst			Zugforderungs- und Werkstätten-Dienst			Zusammen	
	per Bahn-Kilom. Mk.	per Achs-Kilom. Pf.	in % der reinen Betriebs-Ausgaben	per Bahn-Kilom. Mk.	per Achs-Kilom. Pf.	in % der reinen Betriebs-Ausgaben	per Bahn-Kilom. Mk.	per Achs-Kilom. Pf.	in % der reinen Betriebs-Ausgaben	per Bahn-Kilom. Mk.	per Achs-Kilom. Pf.	in % der reinen Betriebs-Ausgaben	per Bahn-Kilom. Mk.	per Achs-Kilom. Pf.
Normale Vereinsbahnen (1889)	1412	0·54	10·09	3515	1·33	25·14	5150	1·97	36·83	3906	1·48	27·94	13983	5·32
Schmalspurbahnen (1890):														
Bosn. herc. Staatsbahn Doboj—Simin Han	140	0·19	4·59	1385	1·95	45·20	894	1·26	29·17	645	0·90	21·04	3064	4·32
K. und k. Bosnabahn	370	0·48	9·81	1373	1·77	36·23	1096	1·41	28·95	947	1·22	25·01	3787	4·89
Ischl—Strobl (1891)	238	0·78	10·81	—	—	—	889	2·93	40·37	1075	3·54	48·82	2202	7·25
Sächsische Schmalspurbahnen	239	0·52	6·87	743	1·61	21·30	1201	2·60	34·43	1304	2·83	37·40	3488	7·57
Strassburger Strassenb. (1891)	339	1·06	13·69	383	1·20	15·47	432	1·36	17·46	1321	4·15	53·38	2475	7·78
Kreiseisenb. Flensburg—Kappeln	369	1·21	14·88	514	1·68	20·73	451	1·48	18·21	1145	3·76	46·18	2479	8·14
Bosn. herc. Staatsbahn Sarajevo—Metković	119	0·50	5·27	1073	4·51	47·18	599	2·52	26·34	482	2·02	21·2	2275	9·56
Frauenfeld—Wyl	281	0·86	7·44	587	1·80	15·57	1050	3·23	27·82	1602	4·94	42·47	3773	11·63

Bahnaufsicht und Bahnerhaltung.

Die Kosten für diesen Dienstzweig betragen:

	bei den deutschen Vereinsbahnen 1889	bei den bosnischen Schmalspurbahnen 1890	bei der Kreiseisenb. Flensburg—Kappeln 1890	bei der Eisenbahn Frauenfeld—Wyl 1890	Strassburger Strassenbahn 1891
Spurweite . . . . *m*	1·435	0·76	1·00	1·00	1·00
für den Bahnkilometer . . . . . *Mk.*	3515	1295	514	587	383
für den Achskilometer . . . . . . *Pf.*	1·33	2·08	1·68	1·80	1·20
Diese Ausgaben vertheilen sich:					
auf Personalkosten u. sachliche Ausgaben %	30·1	32·7	13·2	34·9	16·67
„ Erhaltung u. Erneuerung d. Unterbaues „	8·6	7·9	19·1	24·3	2·38
„ „ „ „ „ Oberbaues „	43·5	48·2	61·0	34·7	71·90
„ „ „ „ der Gebäude „	11·9	6·9	1·2	2·0	6·19
„ „ „ „ des Telegrafen „	1·7	0·9	2·0	3·3	1·90
„ ausserordentliche Ausgaben . . . . „	4·2	3·4	3·5	0·8	0·96

Für die Erhaltung des Oberbaues sind die Verkehrsdichte, die Fahrgeschwindigkeit, sowie die Neigungs- und Richtungs-Verhältnisse von wesentlichem Einflusse. Bei weniger intensivem Betriebe werden die Erhaltungskosten naturgemäss für den Wagen-Achskilometer sich ungünstiger gestalten müssen, weil das Verrotten der Schwellen zu der mechanischen Abnützung derselben in einem argen Missverhältnisse steht; in diesem Punkte sind also, wie in der weiter unten folgenden Zusammenstellung nachgewiesen werden wird, die Bahnen mit geringer Verkehrsdichte ohne Rücksicht auf ihre Spurweite gleich ungünstig bestellt, weil selbst das Einlegen imprägnierter Schwellen diesen Uebelstand nur mildern, nicht aber beheben kann.

Auch die Steigungs-Widerstände sind von der Spurweite unabhängig, während der Widerstand der bei den schmalspurigen Eisenbahnen zur Anwendung gelangenden scharfen Curven, wie bei Besprechung der Fahrgeschwindigkeit erörtert wurde, nicht grösser ist als wie der bei den Normalbahnen gebräuchlichen. Dagegen wirkt die auf letzteren eingeführte grössere Fahrgeschwindigkeit auf die Erhaltung des Oberbaues vertheuernd ein, so dass die schmalspurigen Eisenbahnen angesichts ihrer dermal geringeren Fahrgeschwindigkeiten trotz des Umstandes, als ihr Oberbau schwächer dimensionirt ist und einer viel subtileren Erhaltung bedarf, verhältnismässig vortheilhaftere Einheitssätze nachweisen können wie die Normalbahnen.

Wie rasch die Zugswiderstände bei zunehmender Geschwindigkeit steigen, erhellt aus der nachstehenden Berechnung:

Wird die maximale Fahrgeschwindigkeit der Normalbahnen mit 60 *km*, die der schmalspurigen Eisenbahnen Mitteleuropas (Brünigbahn) mit 45 *km* eingesetzt, so ergibt sich ein Widerstand

	bei 60 km.	bei 45 km.
	Fahrgeschw.	
Für den Wagenzug	5·400	3·037
» die Locomotive	10·800	6·075
Zusammen . .	16·200	9·112

kg pro Tonne Belastung.

Im nachstehenden folgt eine Zusammenstellung der Erhaltungs- und Aufsichtskosten einzelner Bahnen verschiedener Spurweiten:

Name der Bahn	Spurweite	Stärke d. Schienenprofils für den laufenden *m*	Grosste Steigung	Kleinster Krümmungs-Halbmesser	Auf einen Bahnkilometer entfallen Achskilometer	Kosten der Bahnerhaltung per *km*	Kosten d. Bahnerhaltung per Achskilometer	Oberbau-Erhaltungs-Kosten per Achskilom.
	m	*kg*	‰	*m*		*Mk*	*Pf.*	*Pf.*
Normale Vereinsbahnen 1889 .	1·435	bis 41	33·3	150	257.985	3515	1·33	0·58
Localbahn Liesing—Kaltenleutgeben 1889	1·435	32—37	25	150	88.620	2790	3·15	1·49
Localbahn Spielfeld—Radkersburg 1889 .	1·435	32—37	20·8	150	35.534	1355	3·81	2·17
Böhm. Commercialbahnen 1889 . .	1 435	27—37	20	175	35.087	1052	3·00	1·65
Breslauer Schmalspurbahnen 1889 . .	0·600 0·785	17·2-32·77	33·3 90·9	19	181.342	2075	1·14	—
Birsigthalbahn 1890	1·00	20·0—33·0	40	40	77.318	1217	1·57	—
Bosnische Schmalspurbahnen 1890 . .	0·76	13·9—17 8	14·0	50	62.136	1295	2·08	1·00
Gölnitzthal-Schmalspurbahn 1889 . .	1·00	7·5	12·5	80	53.266	1677	3·14	—
Sächsische Schmalspurbahnen 1890	0·75	15·5—17·6	33·3	50	46.083	743	1·61	—
Eichstädter Schmalspurbahn 1889 .	1·00	15·6	25	60	41.251	429	1·04	—
Bacau—Piatra- und Crasna-Dobrinii-Schmalspurbahnen 1889	1·00	8·5	22·2	100	39.431	970	2·46	—
Genève—Veyrier 1890	1·00	20·2	50	44	37.308	1126	3·02	—
Ravensburg—Weingarten 1891 . .	1·00		37	44	35.544	570	1·60	—
Scaletta-Bahn 1890 . .	1·00	23·5	45	100	34.726	756	2·17	—
Strassburger Strassenbahn, Linie Strassburg—Markolsheim 1891	1·00	26·0- 31·0	25	60	34.594	335	0·97	0·69
Waldenburg 1890	0·75	15·1	30	60	33.729	559	1·65	—
Frauenfeld—Wyl 1890	1·00	15·9—33·2	46	35	32.435	588	1·81	0·62
Flensburg—Kappeln 1890	1·00	15·2	25	70	30.447	514	1·68	1·02
Gran—Breznitz—Schemnitz 1889	1·00	15·0	20	50	30.114	1128	3·74	—
Doberan—Heiligendamm 1889*	0·90	15·75	16·6	100	28.303	269	0·95	—
Genfer Schmalspurbahnen 1890 .	1·00	20·0—38·0	60	35	26.662	162	0·60	—
Felda-Bahn 1891	1·00	21·5	40	57	25.397	380	1·49	—
Taraczvolgyer Schmalspurbahn 1889	1 00	11·79	25	70	20.602	537	2·60	—
Ocholt—Westerstede 1889 . . .	0·75	12·6	3·3	200	17.256	181	1·04	—

*) Wird nur in den Sommermonaten betrieben.

Auch die Bahnaufsichts-Kosten hängen mit der Fahrgeschwindigkeit innig zusammen, da eine Bahnbewachung bei einer Geschwindigkeit von 15 *km* in der Stunde bekanntlich ganz entfallen, bis zu 30 *km* aber sich nur auf besonders frequente Wegübergänge und gefährdete Stellen beschränken darf.

Angesichts ihrer billigeren Baukosten hat die Schmalspur vor den vollspurigen Secundärbahnen insoferne einen grossen Vorsprung voraus, als sie ein viel geringeres Capital zu verzinsen hat und daher speziell durch die Rücksichten auf Ersparnisse in den Bahnaufsichts-Kosten bei Fixirung der Fahrgeschwindigkeit nie derart gebunden ist wie die normalspurigen Secundärbahnen.

Zugförderungs- und Werkstätten-Kosten.

Die Ausgaben für diesen Dienstzweig betragen bei den deutschen Vereinsbahnen per Bahnkilometer 3906 Mk (27·94% der gesammten Betriebskosten), bei den bosnischen Schmalspurbahnen 779 Mk, bezw. 23·77% der Betriebskosten.

Von diesen Ausgaben entfallen auf die einzelnen Capitel:

		Bei den normalen Haupt-Bahnen	Bei den bosnischen Schmalsp.-Bahnen
Auf Personalkosten und sachliche Ausgaben .	%	25·6	36·9
„ Brennstoff	„	20·4	24·6
„ Speisung der Locomotiven, Schmierstoff, Wagenmiete und sonstige Ausgaben	„	4·2	11·4
„ Erhaltung und Erneuerung der Fahr-Betriebsmittel überhaupt	„	49·8	27·1
und im besonderen:			
der Locomotiven und Tender	„	19·3	12·9
der Personenwagen	„	8·8	4·8
der Güterwagen	„	21·7	9·4

Auf die Betriebseinheiten reduciert stellen sich die gesammten Zugförderungs- und Werkstätten-Kosten

	Per Nutz-Kilometer	Per 100 B.-T.-Km.	Per Wagen-Achskilom.
Bei den deutschen Bahnen . . .	0·60 Mk.	27·90 Pf.	1·49 Pf.
Bei allen Vereinsbahnen	0·59 „	—	1·48 „
Bei der Bosnabahn	0·39 „	45·41 „	1·22 „

Die Differenzen bei den einzelnen Betriebseinheiten finden in der geringeren Leistung, besonders in der niedrigeren Zugsbelastung der Bosnabahn ihre Begründung.

Der Materialwert für das Schmieren und Putzen der Locomotiven repräsentiert für einen Locomotiv-Kilometer

bei den bosnischen Bahnen . . . . 1·50 Pf,
» » deutschen Vereinsbahnen . . . . . 1·08 ».

Der Aufwand für das Schmiermaterial der Personen- und Güterwagen hat für jeden zurückgelegten Wagen-Achskilometer betragen:

bei den bosnischen Schmalspurbahnen . . 0·0029 Pf,
» » deutschen Vereinsbahnen . . . . 0·008 ».

Locomotiv-Feuerungskosten.

Die Locomotiv-Feuerungskosten betragen bei den deutschen Vereinsbahnen 5·7, bei den bosnischen Schmalspurbahnen 5·8% der gesammten Betriebs-Ausgaben. Dass dieses günstige Resultat nicht etwa auf zufälligen Kohlenpreisen, sondern auf dem wirklichen Kohlenconsum basirt, welcher in Folge der rationellen Kessellänge der meisten schmalspurigen Locomotiven dem der Normalbahnen gleichkommt, beweist die nachfolgende Zusammenstellung:

	Deutsche Vereinsbahnen	Bosn. herc. Staatsbahn Doboj—Simin Han	K. und k. Bosnabahn	Bosn. herc. Staatsbahn Sarajevo—Metković
Verbrauch der Heizstoffe auf Einheitswerte umgerechnet, per Nutzkilometer *kg*	13·67	6·61	6·85	4·68
Auf 1 Nutzkilom. entfallen Wagen-Achskilom. .	39·45	46·80	31·98	28·15
„ 1 „ „ Netto-Tonnenkilom. .	69·41	61·74	29·78	17·81
Verhältnis der Tara zur Nettolast . . . %	45·84	57·84	43·27	40·48

Auf den Kohlen-Verbrauch der Normalbahnen umgerechnet ergibt sich bei der Schmalspur die gleiche, ja selbst eine noch höhere Leistung, welcher Umstand darin seine Erklärung findet, dass sich der mittlere Kohlenverbrauch bei Tender-Locomotiven, wie sie die schmalspurigen Eisenbahnen fast durchgehends anwenden, pro Pferdekraft niedriger stellt als bei Locomotiven mit Schlepptendern. So beträgt der mittlere Consum an guter Steinkohle pro disponibler Pferdekraftstunde bei vollständiger Adhäsion des Eigengewichtes nach einer von Ingenieur Ludwig Spängler in der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines (1892) veröffentlichten Tabelle:

Fahrgeschwindigkeit in *km* pro Stunde	bei Tender-Locomotiven				bei Locomotiven mit Schlepptendern			
	horizontal	10‰	20‰	25‰	horizontal	10‰	20‰	25‰
15	3·018	3·055	3·094	3·22	3·02	3·15	3·29	3·35
45	3·055	3·160	3·280	3·31	3·08	3·52	4·13	4·39
75	3·092	3·276	3·480	3·60	3·14	4·00	5·53	6·30

Weiters drückt die derzeit noch geringere Fahrgeschwindigkeit, sowie die niedrigere Tara der Wagen den Kohlenconsum der Schmalspurbahnen unter das Niveau der Normalbahnen hinab.

Auf 1000 Brutto-Tonnen-Kilometer, bezw. einen Wagen-Achskilometer reduciert betragen die Locomotiv-Feuerungskosten:

	Per 1000 B.-T.-Km.	Per Wagen-Achskilom.
Bei den deutschen Normalbahnen (1889) . Pf.	85·50	0·2868
„ der bosn. herc. Staatsbahn Doboj—Simin Han (1890) „	97·01	0·2195
„ der Bosnabahn (1890) . . . . „	108·63	0·2928

Im Jahre 1882 betrugen die Locomotiv-Feuerungskosten der Bosnabahn 271·08 Pf, 1885 noch 191·60 Pf per 1000 *B. T. Km*, was in erster Linie auf die äusserst ungünstigen Kohlenpreise dieser Jahre und die gar zu kleine Kessellänge der damaligen Locomotiven zurückzuführen ist. Seit Einführung der Radial-Locomotiven mit ihrem 4·100 *m* langen Rundkessel sanken diese Kosten immer tiefer, je mehr die Anzahl der in Betrieb gesetzten Locomotiven dieser Type zunahm; so betrugen diese Ausgaben im Jahre 1888 bereits 137·32 Pf, 1889 aber 119·25 Pf. Diese Resultate sind allerdings auch der Einführung von Ersparnisprämien mitzuverdanken, indem dadurch das Locomotiv-Personale zu einer öconomischen Gebahrung mit dem Brennmateriale angeeifert wurde.

Von hohem Einflusse auf den Kohlenconsum sind die Neigungs-Verhältnisse, und wachsen die Feuerungskosten ohne Rücksicht auf die Spurweite proportional mit den Steigungen. Hievon gibt die nachfolgende Tabelle ein allerdings nur annäherndes Bild. Zum Vergleiche wurden nur schweizerische Adhäsions-Bahnen mit ziemlich gleicher Leistung (1890) herangezogen, bei welchen analoge Material-Preise und Betriebsverhältnisse vorausgesetzt werden können; leider ist in den Locomotiv-Feuerungskosten auch der Aufwand für das Schmiermaterial mitinbegriffen.

Benennung der Bahn	Länge	Spurweite	Grösste Steigung	Durchschnittliche Steigung	Geleistete Brutto-Tonnen per Bahn-Kilometer	Locomotiv-Feuerungs- u. Schmiermaterial-Kosten per 100 B.T.K.
	km	*m*	°/₀₀			Pf.
Langenthal—Huttwil	15	1·435	23	11·76	212.828	30·73
Toessthalbahn	40	1·435	30	11·95	236.867	33·16
Seethalbahn	46	1·435	35	12·30	199.058	36·47
Waldenburger Bahn	14	0·75	30	13·92	90.253	47·38
Appenzeller Bahn	26	1·00	37	17·27	213.948	50·48
Kriens—Luzern	3	1·435	30	17·48	351.800	54·43
Genève—Veyrier	6	1·00	50	22·79	246.728	67·81
Landquart—Davos	50	1·00	45	25·10	207.731	78·89

Angesichts der grossen Wichtigkeit, welche die Compound-Locomotiven für alle Bahnen ohne Unterschied der Spurweite bilden, ist es angezeigt, an dieser Stelle die vergleichenden Versuche zwischen der viercilindrigen Baldwin-Verbund Maschine und einer Normal-Locomotive der Baltimore-Ohio-Eisenbahn eingehend anzuführen, wie sie im Jahre 1890 durchgeführt und im Organe für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1892 beschrieben wurden.

Diese Versuche wurden im regelmässigen Personen- und Expresszugs-Dienste (80—95 *km* Geschwindigkeit) angestellt; ihre Hauptergebnisse sind:

1. Der Kohlenverbrauch war bei der Verbund-Locomotive um 14·9%, der Wasserverbrauch um etwa 5·5% geringer als bei der Normal-Locomotive.

2. Die Verbund-Locomotive wirkte sparsamer im Dampfverbrauche bei kleineren, als bei grösseren Fahrgeschwindigkeiten. Der Dampfverbrauch für eine Pferdekraft-Stunde betrug bei 81 *km* Geschwindigkeit 11·6 *kg*, bei 55 *km* nur 9·5 *kg*; bei gemischten Zügen mit vielfachem Aufenthalte wurden oft 30% Kohlenersparnis constatirt.

Weiters stellte sich bei diesen Versuchen heraus, dass die Verbund-Locomotive ohne besondere Bemühungen des Heizers gut Dampf hielt; sie zog ebenso an, wie die Normal-Locomotive und beförderte die schwersten Züge in der fahrplanmässigen Zeit.

Ueber die Leistungen von drei, gleichzeitig in Schenectady (East-Tennesee-Virginia und Georgia Eisenbahn) gebauten fünfachsigen Personen-Locomotiven von genau derselben Bauweise mit der Ausnahme, dass eine mit der Verbund-Einrichtung versehen wurde, macht die vorgenannte Fachzeitschrift folgende Angaben:

	Weg in km.	Geleistete Wagen-Kilom.	Anzahl der Wagen in einem Zuge	Kohlenverbrauch für 1 Wagen-Kilom.
2 gewöhnliche Locomotiven . .	173.711	908.509	5·23	3·14 kg
1 Verbund-Locomotive	79.051	408.694	5·17	2·34 »

Die Kohlenersparnis der Verbund-Locomotive betrug demnach 0·8 *kg* für einen Wagen-Kilometer, oder etwas über 25%.

Bei dem allseitigen Bestreben, die Ausgaben für das kostspielige Locomotiv-Feuerungs-Materiale möglichst zu reducieren, gewinnt namentlich das bei gemischten Zügen erzielte günstige Resultat actuelle Bedeutung, insoferne als die Brennmaterial-Kosten bei sämmtlichen Vereinsbahnen 20·4% der Ausgaben für den Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst betragen, und die Einführung von Compound-Locomotiven, von anderen Vortheilen ganz abgesehen, bei Annahme einer 25% Kohlen-Ersparnis allein ein Herabdrücken der Betriebs-Ausgaben um 1·4% bedeutet.

Erhaltung der Fahrbetriebsmittel.

Von den Ausgaben für den Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst entfielen im Jahre 1889 bei den deutschen Vereinsbahnen 49·8% auf die Erhaltung und Erneuerung der Fahrbetriebsmittel; bei den bosnischen Schmalspurbahnen beträgt dieser Procentsatz 27·1, bei der Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln 26·2, der Eisenbahn Frauenfeld-Wyl 21·5.

Der Aufwand für eine Locomotive, bezw. Personen- und Güterwagen-Achse stellt sich abzüglich des Erlöses bezw. Wertes für Altmaterial:

		per Locomotive	für eine Personenwagen-Achse	per Platz	für eine Güterwagen-Achse
bei den deutschen Vereinsbahnen (1889) auf uud bei den	Mk.	2685	300	16·14	70
bosnischen Schmalspurbahnen (1890)	»	1639	65	8·71	24
Strassburger Strassenbahn (Linie Strassburg-Markolsheim (1891)	»	1545	86	5·96	26
Eisenbahn Frauenfeld-Wyl (1890)	»	820	88	5·86	35
Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln (1890) . .	»	1617	101	8·48	33

Die Erhaltungskosten für eine Locomotive sind demnach bei den schmalspurigen Locomotiven niedriger, trotzdem dieselben theilweise eine grössere Leistung aufweisen als die der normalen Hauptbahnen; so hat eine Locomotive der Bosnabahn 40.507 *km*, Doboj-Simin Han 34.237, Strassburg-Markolsheim 27.196, Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln 27.117, Frauenfeld-Wyl 19.586, eine normalspurige Locomotive aber durchschnittlich 34.333 *km* in einem Jahre zurückgelegt.

Der durchschnittliche Weg einer Wagenachse betrug (1890):

		Personenwagen-Achse	Güterwagen Achse
bei den deutschen Vereinsbahnen (1889)	*km*	39.806	17.545
» der Bosnabahn	»	24.514	17.286
» » bosn. herc. Staatsbahn Doboj-Simin Han .	»	22.075	20.196
» » Strassburger Strassenbahn (Linie Strassburg-Markolsheim (1891)	»	24.030	6.507
» » Strassenbahn Frauenfeld-Wyl	»	15.180	8.756
» » Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln . . .	»	24.109	7.458

Auf die Betriebs-Einheiten reducirt betragen die Werkstätten-Kosten:

		Locomotiven			Personenwagen		Güterwagen	
		per Nutz-kilometer	per Loco-motivkilm.	per 1000 B. T. Km.	per 1000 B. T. Km.	per Achs-Kilometer	per 1000 B. T. Km.	per Achs-Kilometer
bei den deutschen Bahnen (1889)	Pf.	11·222	8·440	52·605	26·287	0·788	66·840	0·443
bei sämmtlichen deutschen Vereinsbahnen (1889)	»	11·408	8·864	—	—	0·755	—	0·402
und bei den schmalspurigen Eisenbahnen (1890)	»							
Bosnabahn	»	5·458	4·826	63·311	23·837	0·322	38·206	0·120
Doboj-Simin Han	»	4·672	4·481	44·114	9.773	0·118	49·537	0·091
Kreis Eisenbahn Flensburg-Kappeln	»	6·016	5·962	—	—	0·422	—	0·333
Frauenfeld-Wyl	»	4·404	4·289	140·290	75·962	0·581	48·588	0·405
Strassburger Strassenbahn, (Linie Strassburg-Markolsheim, (1891)	»	5·682	—	137·017	107·969	0·356	71·976	0·384

Die Erhaltungskosten der schmalspurigen Locomotiven sind pro 1000 Brutto-Tonnen-Kilometer zumeist höher, weil auf einen Nutzkilometer eine geringere Leistung entfällt als bei den normalspurigen Hauptbahnen. So betrug im Jahre 1890 bei den deutschen Bahnen die durchschnittliche Belastung eines Zuges 260, bei der Bosnabahn 123 *t*, bei der Eisenbahn Frauenfeld-Wyl (Maximalsteigung 46·4‰) nur 31·4 *t*.

Die gesammten Werkstättenkosten betragen bei den deutschen Bahnen per 1000 *B. T. Km.* . . . . 1 Mk 45·732 Pf;

dagegen bei den schmalspurigen Eisenbahnen 1890:

Birsigthalbahn	—	97·763	»
Bosn. herc. Staatsbahn Doboj-Simin Han	1 »	03·424	»
K. und k. Bosnabahn	1 »	53·988	»
Scaletta-Bahn	2 »	43·616	»
Appenzeller Bahn	3 »	27·076	»
Strassburger Strassenbahn (1891)	6 »	16·966	»

Auf den Brutto-Tonnen-Kilometer reduciert werden die Erhaltungskosten der schmalspurigen Fahrbetriebsmittel, insolange ihre Leistungsfähigkeit eine geringere ist, grösser ausfallen, da beispielsweise eine schmalspurige Bahn, deren Wagen 5 *t* Tragfähigkeit besitzen, zum Transporte der Nettolast eines normalspurigen Wagens von 10 *t* Fassungsraum zwei Wagen benötigen wird, also doppelt so viele Wagen-Bestandtheile wie eine normalspurige Bahn in Bewegung setzen und abnützen muss.

Welchen Einfluss die Leistungsfähigkeit des Fahrparkes auf die Reparaturskosten ausübt, illustriert am besten ein Vergleich der Werkstätten-Kosten der Bosnabahn nach den verschiedenen Zeitepochen, welche durch die vorwaltenden Locomotiv- und Wagentypen (Güterwagen von 2, 6 und 10 *t* Tragkraft

und dem entsprechend starke Locomotiven) charakterisiert werden. Diese Reparaturskosten betrugen per 1000 *B. T. Km*:

		1880	1888	1890
bei Locomotiven	Pf.	340·0	86·4	63·3
» Personenwagen	»	62·0	33·86	23·8
» Güterwagen	»	270·0	42·04	38·2

Die vorstehenden Daten wurden nach den Betriebs-Ergebnissen schmalspuriger Eisenbahnen ohne Rücksicht auf die Grösse ihrer Spurweite zusammengestellt, da die Leistungsfähigkeit einer Bahn (von den Neigungs-Verhältnissen abgesehen) in erster Linie von der Stärke des Oberbaues und der Construction ihres Fahrparkes, zum geringsten Theile aber von der Spurweite abhängt. Ein Beweis hiefür ist, dass das Werk Decauville ainé, dessen System allgemeine Anerkennung gefunden hat, für die Spurweiten von 60 und 75 *cm* Fahrbetriebsmittel von der gleichen Leistung construirt, und Bahnen von 60 *cm* Spur Ergebnisse aufweisen, mit denen normalspurige Hauptbahnen ganz wohl zufrieden sein könnten. So hat die viel genannte Festiniog-Bahn (59·7 *cm* Spur, 12·5‰ grösste Steigung, 35 *m* Radius) im Jahre 1888 mit einem Fahrparke von 9 Locomotiven, 56 Personen- und 1200 Güterwagen 142.000 Passagiere und 113.000 *t* Frachten über jeden Bahnkilometer befördert, während die Breslauer Schmalspurbahnen, welche bei 110·86 *km* Länge und 60 bezw. 78·5 *cm* Spurweite mit Radien bis zu 19 *m* angelegt sind, im Jahre 1889 über 2,367.000 *t* (kilom. Verkehr 241.412 *t*) Güter geführt haben. Selbst auf der 1884 dem Betriebe übergebenen, 82 *km* langen Himalaya-Bahn (61 *cm* Spurweite, Schienengewicht 20 *kg* per laufenden Meter), welche bei Steigungen bis zu 35‰ noch Radien von 21 *m* anwendet, wurden im Jahre 1888 mit einem Fahrparke von 12 Locomotiven, 41 Personen- und 110 Güterwagen 42.800 Passagiere und 24.700 *t* Güter befördert.

Es erfüllt also jede Spur, wenn sie nur richtig angelegt wird, ihren Zweck vollkommen, wofür die schweizerischen Eisenbahnen den besten Beweis liefern. In diesem Lande, in welchem neben Normalbahnen seit Jahren Eisenbahnen von 1·00, 0·80 und 0·75 *m* Spurweite betrieben werden und daher etwaige Nachtheile einer Spurweite am auffallendsten zu Tage treten müssten, wird neuerdings eine Adhäsionsbahn mit 60 *cm* Spur und 60‰ Steigung projectiert (Schwyz-Seewen bezw. Schwyz-Brunnen); das sicherste Zeichen, dass eine jede Spurweite lebensfähig ist.

Auch in Bezug auf Billigkeit der Anlage sind die verschiedenen schmalen Spurweiten bereits ziemlich gleichwertig, seit die 1·00 *m* Spur in der Construction ihrer Fahrbetriebsmittel soweit vorgeschritten ist, dass hier Bögen bis zu 30 *m* Radius anstandslos eingelegt werden können. Die durch die Schmalspur

erzielte Ersparnis an Baukosten lässt sich allerdings nur in speziellen Fällen ziffermässig ausdrücken. Wie bedeutend dieselbe im allgemeinen ist, erhellt daraus, dass ein Kilometer der bosn. herc. Bahnen bei normalspuriger Anlage (als Secundärbahn) unter Zugrundelegung der von Prof. Rziha angegebenen Durchschnittsziffern 140.000 Mk. gegenüher den thatsächlichen Anlage-Kosten von 82.283 Mk erfordert hätte; das Capital würde sich demnach statt mit gegenwärtig 3·65 nur mit 2·14% verzinsen, ganz abgesehen davon, dass die bosnischen Bahnen bei ihrem früher noch schütteren Verkehre durch viele Jahre hindurch passiv geblieben wären.

Schliesslich soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Schmalspur in Bezug auf die Höhenlage den europäischen Adhäsionsbahnen weit überlegen ist, indem die Wasserscheide der Scaletta-Bahn (Landquart-Davos) 2022 *m* über dem Meere liegt, trotzdem dieselbe keinen eigentlichen Bergübergang, sondern eine internationale Verbindung zweier Normalbahnen bildet; dagegen erreicht die Brenner-Bahn nur eine Höhe von 1367 *m*, die Arlbergbahn blos eine solche von 1310 *m*. Auch die schmale Spurweite braucht demnach selbst in grossen Höhenlagen einen Winterbetrieb nicht zu scheuen.



Fahrbarer Krahn mit 10 t Tragkraft.
Eisenbahnwagen- & Maschinenfabrik van der Zypen & Charlier, Cöln-Deutz.

B. Zahnradbahnen.

Steigungs-Verhältnisse.

Für die Baukosten einer Bahn ist die Anschmiegungsfähigkeit der Trace an das Terrain von grösster Bedeutung; dies gilt nicht nur von der Anwendbarkeit scharfer Curven, sondern auch von den Steigungs-Verhältnissen. Allerdings üben die Steigungs-Widerstände einen weit nachtheiligeren Einfluss auf die Betriebskosten aus als wie die Curven-Widerstände, welch' letztere durch die Construction des Fahrparkes zum grössten Theile parallysirt werden, wogegen der Bau schwerer Locomotiven bei Hinweglassung des Schlepptenders und die Einführung von Vorspann-Locomotiven wohl die Leistungsfähigkeit heben, nicht aber das mit wachsender Steigung immer ungünstiger werdende Verhältnis zwischen Maschinen- und Zugsgewicht zu behindern vermögen.

So können, wenn von den zur Erzeugung künstlicher Reibung angewendeten Mitteln abgesehen wird, die Adhäsions-Locomotiven über Rampen von 71°/₀₀ nur noch Züge von ihrem Eigengewichte, über Steigungen von 163°/₀₀ aber nur mehr sich selbst hinaufschleppen. Es werden daher als die äusserste Grenze blos 25°/₀₀ Steigung für die Hauptbahnen, 40°/₀₀ für die Secundärbahnen angeraten; auf ersterer befördern die Locomotiven der Adhäsionsbahnen bei 15 *km* Fahrgeschwindigkeit noch Züge von ihrem 4·8-fachen, bei 20 *km* Geschwindigkeit Züge von ihrem 3-fachen Gewichte, welche Leistung sich bei Anwendung von Vorspann- oder Schiebe-Locomotiven auf das 3·84 resp. 2·4-fache per Motor reduciert.

Ganz anders gestaltet sich die Sachlage bei den Zahnradbahnen, deren Locomotiven über Rampen von 100°/₀₀ Züge von ihrem 2·4-fachen, über 180°/₀₀ aber noch von ihrem einfachen Gewichte hinaufbringen können. Die Locomotiven arbeiten hier mit einem constanten Zahndrucke von 6000 *kg*, und gibt der Quotient aus diesem und dem pro Tonne Belastung resultierenden Zugswiderstande das höchste zulässige Zugsgewicht. So beträgt beispielsweise auf der Generoso-Bahn, welche bei 220°/₀₀ Steigung Radien von 80 *m* eingelegt hat, der Widerstand 234 *kg*, woraus ein Belastungs-Maximum von 25 *t* resultiert. Thatsächlich beträgt auf dieser Bahn

das Locomotivgewicht	13·00 *t*
die Tara eines offenen Personenwagens	4·80 »
das Nutzgewicht (56 Personen) . . .	4·48 »
im ganzen . . .	22·28 *t*.

Die Leistung auf den einzelnen Zahnradbahnen beträgt:

Name der Bahn	Spurweite *m*	Rampen von ‰	Kleinster Radius *m*	Gewicht der Locomotiven in *t*	Mittlere Zugbelastung in Tonnen (excl. Locomotiven)
Harzbahn	1·435	60	250	55·9	97
Sarajevo-Metković	0·76	60	125	30·1	60
Appenzeller Strassenbahn	1·00	92	30	34·6	50
Brünig-Bahn	1·00	120	120	24·5	40
Visp-Zermatt	1·00	125	80	29·0	46
Lehesten-Ortelsbruch	0·69	137	120	6·0	6
Jenbach-Achensee	1·00	160	120	18·5	21
Filder-Bahn	1·00	166	50	16·0	11·4
Generoso-Bahn	0·80	220	80	13·0	5·6
Pilatus-Bahn	0·80	480	80	9·3	1·2

Hiebei darf nicht unberücksichtigt bleiben, dass die angeführten Steigungen ziemlich grosse Percentsätze der Länge der geneigten Bahnstrecken betragen, und sich die zu überwindenden gewaltigen Höhen-Unterschiede auf nur kurze Distanzen vertheilen. So bewältigt die Generoso-Bahn auf 8991 *m* Entfernung (Endstation 1595·86 *m* über dem Meeresspiegel) eine Höhendifferenz von 1319·48 *m*, die Pilatus-Bahn (Endstation 2068·65 *m* über dem Meere) auf 4270 *m* Länge einen Höhenunterschied von 1628·45 *m*.

Dies muss bei Beurtheilung der Betriebs-Ergebnisse von Zahnradbahnen wohl vor Augen gehalten werden, um die Genialität dieses Systems voll und ganz würdigen zu können. Ein Vergleich nach Brutto-Tonnen-Kilometern ist hier nur bedingungsweise zulässig, weil eine mit durchschnittlich 15‰ ansteigende Bahn die Last auf einen Kilometer Länge nur um 15 *m*, beispielsweise die Pilatus-Bahn aber um volle 381 *m* hebt, die letztere Leistung also eine bedeutend grössere ist.

Locomotiven.

Die Locomotiven werden entweder als reine Zahnrad-Locomotiven, welche sich nur auf der Zahnstange fortbewegen können, oder als gemischte Zahnrad-Maschinen, welche sich sowohl auf der Zahnstange als auch auf Adhäsionsbahnen verwenden lassen, gebaut.

Bei letzteren Locomotiven wirken entweder

1. die Adhäsionsräder bald als Trieb- bald als Laufräder, und laufen das Zahnrad wie die Transmissionsräder auch auf der Thalstrecke mit. Um in die Zahnstange zu gelangen, muss der Zug angehalten werden und erfordert die Zahnstangen-Einfahrt eine spezielle Bedienung; oder es sind

2. die Adhäsionsräder mit dem Zahntriebrade verkuppelt. Der Uebergang von den Adhäsions- in die Zahnstangenstrecken und umgekehrt erfolgt, ohne



Zahnstangen-Einfahrt System Abt.
(Bosn. herc. Staatsbahn Sarajevo-Metković).

Totale Länge der losen Zahnstange = 1900mm

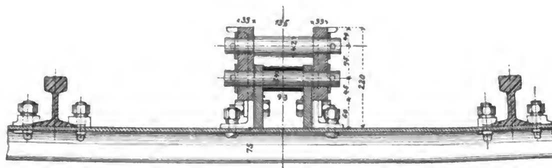
Theilung = 100m

Schnitt A B.

Schnitt C. D.

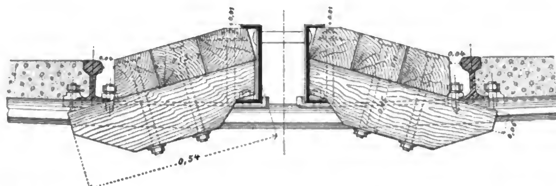
Schnitt E. F.

Zahnstangen-Einfahrt System Riggenbach (Brünigbahn).



Schnitt G. H.

Zahnstangen-Einfahrt System Riggenbach (Brünigbahn).



Weg-Uebergang in d. Zahnstangen-Strecke System Riggenbach (Brünigbahn).

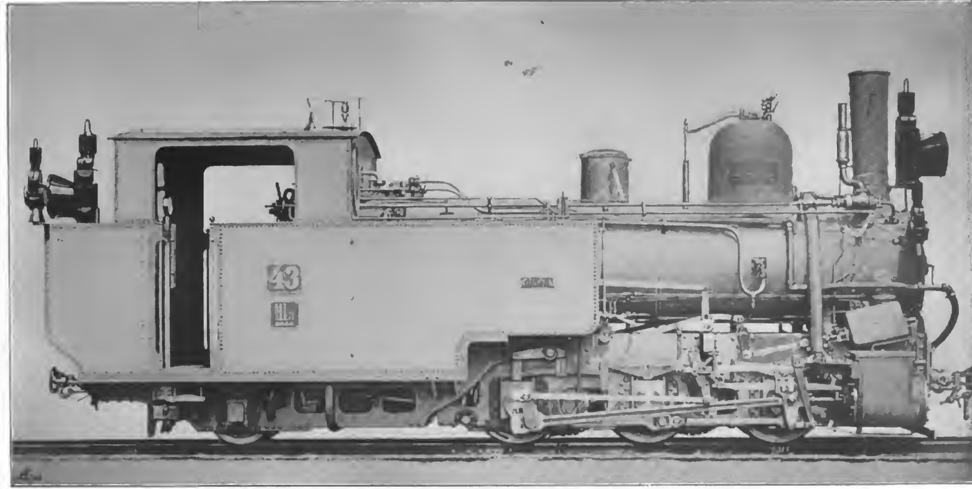
dass der Zug angehalten werden müsste, doch läuft auch hier das Zahnrad in der Adhäsionsstrecke mit.

Bei der dritten Construction ist der Zahnrad- und Adhäsions-Mechanismus vollständig getrennt; in der Ebene steht das Zahnrad still, dagegen wirken auf der Zahnstange beide Mechanismen zusammen.

Die reinen Zahnrad-Locomotiven müssen auf mechanischem Wege in die Zahnstange gebracht werden, wogegen der Uebergang von den Adhäsionsstrecken auf die Zahnstange bei den letztangeführten Locomotiven unmerklich und ohne dass angehalten werden müsste, erfolgt. Zahnstangen-Anfang und Ende werden durch besondere, bei Nacht beleuchtbare Signale dem Locomotiv-Personale kenntlich gemacht. Das Einfahrtsstück ruht auf Federn auf und ist an einem Ende mit dem nächsten Segmente durch zwei Laschen verbunden, welche eine Drehung des Einfahrtsstückes in verticaler Richtung ermöglichen. Behufs leichterem Eingriffe darf in die Zahnstange stets nur mit mässiger Geschwindigkeit und nie mit gebremsten Zahnrädern eingefahren werden.

Bezüglich der Kesselanlage wäre hervorzuheben:

Für die am 23. Mai 1871 dem Betriebe übergebene Rigi-Bahn wurden in Anbetracht der bedeutenden Steigungen (im Maximum 250°/₀₀) und der dadurch hervorgerufenen variablen Wasserstände Locomotiven mit stehenden



Gemischte Zahnrad-Locomotive System Abt der bosn. herc. Staatsbahn Sarajevo-Metković (76 cm Spurweite).

Gebaut von der Locomotiv-Fabrik-Actien-Gesellschaft in Floridsdorf bei Wien.



Locomotive gemischten Systems der Eisenbahn Visp-Zermatt (1·00 m Spurw.).
Schweizerische Locomotiv- & Maschinenfabrik in Winterthur.



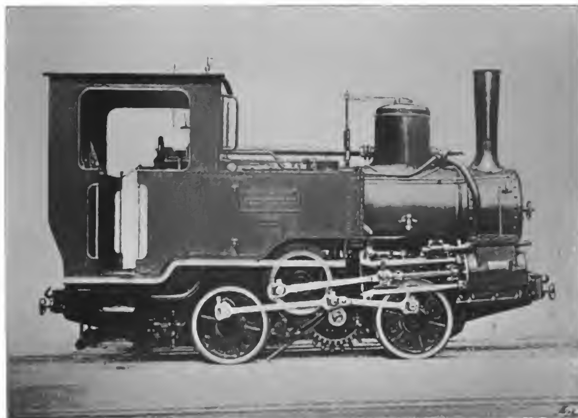
Berglocomotive der Brünigbahn (1·00 m Spur).
Schweiz. Locomotiv- & Maschinen-Fabrik in Winterthur.



Zahnrad-Locomotive auf Sumatra (Spurweite 1·067 m).
Maschinenfabrik Esslingen in Esslingen.



Gaisberg Zahnradlocomotive (Spurweite 1·00 m).
Maschinenfabrik Esslingen in Esslingen.



Zahnradlocomotive Teschen (Spurweite 1·00 m).

Maschinenfabrik Esslingen in Esslingen.

Röhrenkesseln gebaut. Mancherlei Nachtheile, welche dieser Construction anhafteten, waren Ursache, dass diese Type keine weitere Nachahmung fand und fortan nur Locomotiven mit liegenden Kesseln zur Anwendung gelangten.

Naturgemäss darf die Länge derselben, damit der Wasserstand an beiden Kesselenden nicht allzu stark differiert, nur eine beschränkte sein, ja es musste sogar bei den gewaltigen Steigungen der Pilatus-Bahn (480⁰/₀₀) von der bisher üblichen Anlage der Langkessel Umgang genommen und derselbe senkrecht auf die Bahnachse gelagert werden.

Zur Erzielung einer ausreichenden Verdampfung werden möglichst grosse Roste und ansehnliche Heizflächen, dagegen nur kleine Triebräder angewendet, damit durch ein schnelleres Kolbenspiel der Verbrennungsprocess beschleunigt werde; auch wird der Dampfdruck gewöhnlich nicht unter zwölf Atmosphären angenommen.

Die bezüglichen Abmessungen der verschiedenen schmalspurigen Zahnrad-Locomotiven sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

		Appenzeller Strassenbahn	Sarajevo-Metković	Visp-Zermatt	Sumatra	Brünig Bahn	Gaisberg	Type Vitznau-Rigi (stehender Kessel)	Filder-Bahn	Generoso-Bahn	Teschen	Pilatus-Bahn
Spurweite	*m*	1·00	0·76	1·00	1·067	1·00	1·00	variabel	1·00	0·80	1·00	0·80
Länge des Rundkessels	»	4·108	3·15	2·50	3·07	3·00	1·90	—	2·90	?	2·05	2·02
Cilinder-Durchmesser	*mm*	Adh. 360 Zahnr. 360	310 300	320 360	310	310	310	270	310	300	240	220
Kolbenhub	»	400	Adh. 450 Zahnr. 360	450	500	480*)	500	400	500	550	450	300
Rostfläche	*m*²	1·10	1·26	1·20	1·108	1·00	0·892	?	0·811	0·62	0·636	?
Heizfläche	»	94·0	70·0	65·5	72·218	55·0	49·623	58·5	3·95 directe Heizfl.	32·2	25·65	20·0
Verhältnis der Rost- zur Heizfläche		1 : 67·1	1 : 55·5	1 : 54·5	1 : 51·3	1 : 55·0	1 : 55·6	?	?	1 : 51·9	1 : 40·2	?
Dampfdruck	Atm.	12	12	12	11	12	11	10	11	12	11	12
Wasservorrat	*m*³	3·00	2·75	2·50	1·90	2·40	1·60	1·60	1·34	1·90	1·07	?
Kohlenvorrat	»	1·0	2·0	1·5	0·35	0·8	0·30	0·7	0·3	0·7	0·10	?
Gewicht der Locomotive im Dienste	*t*	31·6	30·1	29·0	26·25	21·5	17·62	16·6	16·0	14·5	13·93	9·3

*) Die Locomotive arbeitet mit Zahnrad-Uebersetzung, Verhältnis 1 : 1·85.



Locomotive und Wagen der Pilatus-Bahn.

Personenwagen.

Die Wagen der Bahnen gemischten Systems weichen von jenen der Adhäsionsbahnen nur insoferne ab, als die Zugvorrichtungen und Untergestelle der aussergewöhnlichen Beanspruchung entsprechend dimensioniert sein müssen. Anders verhält sich dies jedoch mit den reinen Zahnradbahnen, bei welchen angesichts der grossen Steigungen und der durch sie hervorgerufenen Widerstände auf den Bau thunlichst leichter Wagen mehr noch als bei anderen Bahnen das Hauptgewicht gelegt werden muss; in dieser Richtung können die Personenwagen der Generoso- und Pilatus-Bahn als geradezu mustergiltig bezeichnet werden.

Die offenen Personenwagen der ersteren (auf Truckgestellen) enthalten bei einem Eigengewichte von 4800 *kg* 56 Sitzplätze nebst einer Abtheilung für den Conducteur, die geschlossenen Wagen 48 Sitzplätze bei 5200 *kg* Tara. Im Durchschnitte entfallen auf eine Achse 13·42 Plätze und 1·20 *t* Tara, weiters per Sitzplatz 85·71 *kg* todtes Gewicht.

Bei der Pilatus-Bahn wiegen die Wagen bei einem Fassungsraume von 32 Personen 2·0 *t*; auf eine Achse kommen daher 16·0 Plätze, auf einen Passagier 62·50 *kg*.

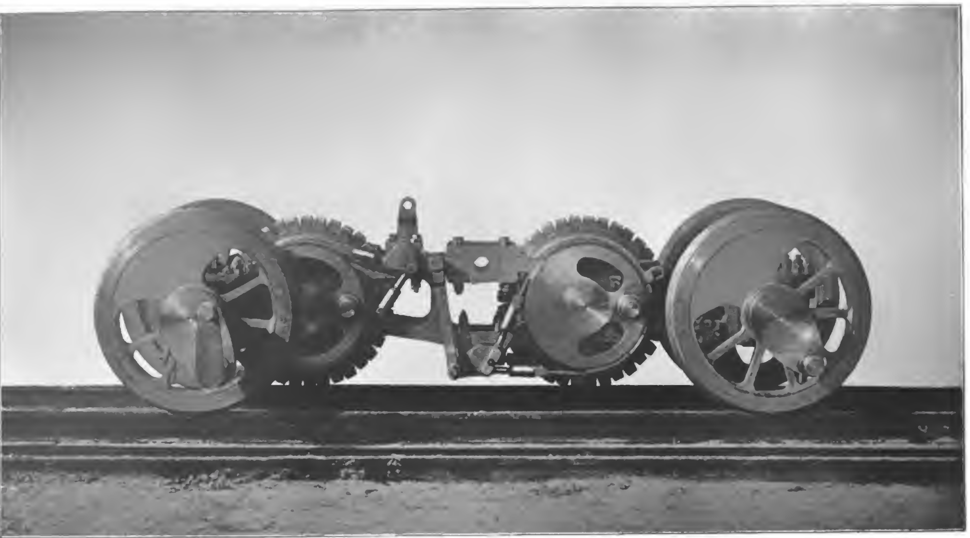
Betriebssicherheit.

Die Fahrgeschwindigkeit beträgt auf den Zahnradbahnen analog den Adhäsionsbahnen mit grossen Steigungen 12—15, event. blos 6 *km* in der Stunde und wird, weil die Zugswiderstände der Schwerkraft entgegenwirken, der Grundwiderstand im Gefälle aber von der Componente der Schwerkraft aufgehoben wird, bei den thalfahrenden Zügen gleich gross angenommen wie bei der Bergfahrt.

Es ist übrigens der Betrieb auf Zahnstangenbahnen selbst mit den grössten Steigungen ein vollständig gefahrloser, da die Sicherheit gegen das Abscheeren der Zahnstange eine fünffache ist und die Locomotiven, welche sich bei Bahnen dieser Art immer an der tiefsten Stelle des Zuges befinden, so construiert sind, dass ein sofortiges Anhalten auf jedem beliebigen Punkte der Strecke stattfinden kann.

Auf starken Steigungen, wie sie beispielsweise die Generoso-Bahn besitzt, werden die Wagen überdies mit der Locomotive nicht zusammengekuppelt, damit bei einem Unfalle die Wagen unabhängig von der Maschine zum Stehen gebracht werden können; zu diesem Zwecke werden einzelne Wagen-Achsen mit Zahnrädern versehen, die beim Bremsen einen Widerstand entwickeln, welcher zum Anhalten des Wagens mehr als hinreicht.

Die Locomotiven sind mit mehreren Bremsvorrichtungen ausgerüstet, unter welchen die Luftbremse in erster Linie erwähnt zu werden verdient, weil durch sie die Geschwindigkeit während der Thalfahrt reguliert wird. Zu diesem Zwecke wird der Regulator kurz nach der Einfahrt in die feste Zahnstange geschlossen, so dass kein Dampf in die Cilinder gelangen kann, und saugen nun die Kolben bei conträr ausgelegten Steuerungen durch die offen stehenden Luftschieber die



Zahnradgestelle der Locomotiven gemischten Systems.
(Bosn. herc. Staatsbahn Sarajevo-Metković).

äussere Luft ein, welche in den Dampfeinströmungsröhren zusammengepresst wird. Würde der comprimierten Luft kein Ausweg gegeben werden, so steigert sich der Druck derart, dass der Zug selbst auf den stärksten Gefällen zum Halten gebracht wird. Es ist daher neben dem Regulator ein Lufthahn angebracht, durch welchen vom Führerstande aus das Ausströmen der Luft reguliert werden kann. Zur Verhinderung einer Erhitzung der Cilinder und Kolben wird von einem Behälter aus Wasser in die Cilinder geleitet, das die entwickelte Wärme absorbiert und mit der Luft entweicht.

Ausser der Luftbremse sind die Locomotiven noch mit einer Schrauben- und einer auf die Zahnrad-Achsen wirkenden Bandbremse ausgerüstet, während bei der Pilatus-Bahn eine selbstthätige Bremsvorrichtung die Laufräder bei einer Ueberschreitung der normalen Geschwindigkeit sofort hemmt. Die Locomotiven gemischten Systems werden auch mit dem Apparate für die continuirliche Bremse versehen.

Die Wagen der Bahnen gemischten Systems erhalten zumeist automatisch wirkende Luftdruckfederbremsen, so dass die Wagen im Falle einer Zugstrennung augenblicklich gebremst werden und selbst auf Steigungen von 90‰ keinen Schritt zurückgehen können.

Finanzielle Ergebnisse.

In der nachfolgenden Tabelle sind die, auf den verschiedenen Bahnen gemischten Systems, sowie den reinen Zahnradbahnen im Jahre 1890 erzielten Einnahmen und Ausgaben zusammengestellt, wobei zur Beleuchtung der einzelnen Posten die Ergebnisse der bosnischen Schmalspurbahnen mit in Vergleich gezogen wurden.

		Schmalspurige Adhäsions-Bahnen in Bosnien	Bahnen gemischten Systems					Zahnradbahnen	
			Appenzeller Strassenbahn	Brünig-Bahn	Berner Oberland-Bahnen	Visp-Zermatt	Filderbahn (1891)	Generoso-Bahn	Pilatus-Bahn
Grösste Steigung	‰	14·0	92	120	120	125	166	220	480
Erstiegene Gesammthöhe	*m*	—	246·32	566·50	468·8	476·5	?	1319·48	1628·45
Länge der Zahnstangenstrecke	*km*	—	3·3	9·0	4·3	8·7	4·5	9·2	4·3
Einnahmen:									
Ertrag aus dem Personen-Verkehre:									
per Bahnkilometer	Mk.	1346	7894	7525	13073	7801	10720	11541	41639
» Personenkilom.	Pf.	2·64	6·95	8·50	10·78	27·26	7·89	38·97	111·58

	Schmalspurige Adhäsions-Bahnen in Bosnien	Bahnen gemischten Systems					Zahnradbahnen	
		Appenzeller Strassenbahn	Brünig-Bahn	Berner Oberland-Bahnen	Visp-Zermatt	Filderbahn (1891)	Generoso-Bahn	Pilatus-Bahn
in °/₀ der gesammten Transport-Einnahmen	21·4	81·50	78·2	90·89	86·89	93·27	80·57	96·73
Ertrag aus dem Güter-Verkehre:								
per Bahnkilometer . Mk.	4749	1792	1782	1310	1177	773	2782	1406
per Tonnenkilometer Pf.	7·91	32·63	27·68	32·30	69·77		149·62	211·51
in °/₀ der gesammten Transport-Einnahmen	75·6	18·50	18·5	9·11	13·11	6·72	19·43	3·27
Gesammt-Einnahmen:								
per Bahnkilometer . Mk.	6281	9801	9626	14399	8982	12343	14413	44178
„ Nutzkilometer . „	3·36	2·59	3·11	4·31	4·17	1·57	5·30	14·82
„ Achskilometer . Pf.	10·10	22·73	22·37	41·06	53·02	36·42	148·10	740·91
Ausgaben:								
Algemeine Verwaltung:								
per Bahnkilometer . Mk.	270	648	—	518	—	—	1123	3160
„ Nutzkilometer . „	0·14	0·18	—	0·15	—	—	0·41	1·05
„ Achskilometer . Pf.	0·43	1·50	—	1·48	—	—	11·54	53·00
in °/₀ der reinen Betriebskosten . . .	8·24	7·87	—	8·55	—	—	15·10	16·97
Bahnaufsicht und Bahnerhaltung:								
per Bahnkilometer . Mk.	1295	1714	1081	692	—	—	902	2008
„ Nutzkilometer . „	0·69	0·46	0·35	0·21	—	—	0·34	0·67
„ Achskilometer . Pf.	2·08	3·97	2·51	1·97	—	—	9·27	33·67
in °/₀ der reinen Betriebskosten . . .	39·50	20·79	22·62	11·41	—	—	12·13	10·78
Verkehrs- und commercieller-Dienst:								
per Bahnkilometer . Mk.	934	1510	1570	1579	—	—	1164	2933
„ Nutzkilometer . „	0·50	0·38	0·50	0·47	—	—	0·43	0·98
„ Achskilometer . Pf.	1·50	3·50	3·67	4·50	—	—	11·96	49·20
in °/₀ der reinen Betriebskosten . . .	28·49	18·31	32·86	26·03	—	—	15·65	15·76

	Schmalspurige Adhäsions-Bahnen in Bosnien	Bahnen gemischten Systems					Zahnradbahnen	
		Appenzeller Strassenbahn	Brünig-Bahn	Berner-Oberland-Bahnen	Visp.-Zermatt	Filderbahn (1891)	Generoso-Bahn	Pilatus-Bahn
Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst:								
per Bahnkilometer . Mk.	779	3840	2128	3275	—	—	4250	10520
„ Nutzkilometer . „	0·41	1·01	0·68	0·98	—	—	1·56	3·52
„ Achskilometer . Pf.	1·26	8·90	4·94	9·34	—	—	43·66	176·43
in % der reinen Betriebskosten . . .	23·77	46·57	44·52	54·01	—	—	57·12	56·49
Summe der reinen Betriebskosten:								
per Bahnkilometer . Mk.	3278	7712	4779	6064	6659	10397	7438	18622
„ Nutzkilometer . „	1·75	2·03	1·54	1·81	3·08	1·33	2·73	6·24
„ Achskilometer . Pf	5·27	17·88	11·12	17·29	39·31	30·79	76·43	312·31
in % der Transport-Einnahmen . . .	52·19	78·70	49·65	42·17	74·18	84·53	51·94	43·26
Betriebs-Ueberschuss:								
per Bahnkilometer . Mk.	3003	1554	4847	7931	2183	1946	6478	23899
„ Achskilometer . Pf.	4·83	3·60	11·26	22·61	12·88	5·63	50·44	400·80
Auf einen Bahnkilom. entfallen Achskilom.	62136	43112	43028	35068	16941	33764	9732	5962
Das Anlage-Capital beträgt per Bahnkm. Mk.	82283	108800	116960	98365	131288	78476	161156	422441
und hat sich dasselbe verzinst mit . . . %	3·65	2·76	4·14	5·63	1·66	2·48	3·59	5·66

Die Ausgaben für den Verkehrs- und commerciellen Dienst, sowie auch für Bahnaufsicht und Bahnerhaltung weisen gegenüber den schmalspurigen Adhäsionsbahnen keine wesentlichen Unterschiede auf. Speziell verursacht die Erhaltung der Zahnstange keine nennenswerten Mehrkosten, wie die Erfahrungen auf der Vitznau-Rigi-Bahn dargethan haben, auf welcher sich trotz eines 21-jährigen Betriebes noch keine Abnützung der Zahnstange bemerkbar macht. Vielmehr trägt dieselbe zur Consolidierung des Oberbaues bei, denn wenn auch die Eisenschwellen genügend schwer sind und eine hinreichende Menge Bettungsmaterial fassen, um eine ruhige Lage des Geleises zu sichern, so bietet die Verbindung der Schwellenmitten durch die Zahnstange bei den grossen Zugswiderständen eine noch weitere Sicherheit gegen eine Verschiebung der Schwellen.

Dagegen sind die Zugförderungs- und Werkstätten-Kosten viel höher, was in erster Linie auf die Locomotiv-Feuerungskosten, dann die Erhaltung der complicierteren Locomotive zurückzuführen ist.

Die Locomotiv-Feuerungskosten der Zahnradbahnen erscheinen auf den ersten Blick überraschend gross; eine nähere Betrachtung zeigt jedoch, welche immensen Vortheile durch die Einführung dieses Systems geschaffen wurden.

Werden beispielsweise die Ergebnisse der Pilatus-Bahn, welche bei einer Spurweite von 80 *cm* auf eine Länge von 4·3 *km* durchschnittlich mit 381·37‰ ansteigt, und die Ergebnisse der ebenfalls in der Schweiz gelegenen Eisenbahn Ponts-Chaux de fonds in Rechnung gezogen, welche mit einer durchschnittlichen Steigung von 15·98‰ (1·00 *m* Spurweite) angelegt ist, so ergibt sich folgendes Resultat:

Um einen Zug auf die gleiche Höhe der Endstation der Pilatus-Bahn hinaufzubringen, wären rund 100 *km* Adhäsionsstrecke von 15·98‰ continuirlicher Steigung erforderlich. Nun betragen die Locomotiv-Feuerungskosten auf der Pilatus-Bahn per 100 Brutto-Tonnen-Kilometer 1175 Pf, es erwachsen daher für die Beförderung von 100 Brutto-Tonnen über die ganze Länge dieser Bahn **5052 Pf** an Brennmaterial-Auslagen. Bei der Ponts-Chaux de fonds Bahn, bei welcher nahezu gleiche Kohlenpreise angenommen werden können, betragen die Locomotiv-Feuerungskosten per 100 Brutto-Tonnen Kilometer 79·7 Pf, es würden daher 100 Brutto-Tonnen auf die Länge von 100 *km* **7970 Pf, also um rund 57%** mehr kosten.

Noch beredter sprechen jedoch die weiteren Ziffern zu Gunsten der Zahnstange. Nimmt man die Anlage-Kosten per Kilometer Bahnlänge nur mit 40.000 Mk an, so würden die 100 *km* Adhäsionsbahnen 4,000.000 Mk Anlage-Capital erfordern, wogegen die 4·3 *km* der Pilatus-Bahn (à 422.441 Mk) nur 1,849.164 Mk, also um rund zwei Millionen weniger gekostet haben. Die Adhäsionsbahn hätte daher diese Differenz jährlich mitzuverzinsen, ganz abgesehen davon, was die Beaufsichtigung und Erhaltung der um 96 *km* längeren Strecke, sowie die anderen Dienstzweige an Mehrauslagen verursachen würden.

Vom vorstehenden Gesichtspunkte betrachtet, zeigt sich auch die scheinbar enorme Höhe der Tarifsätze auf den Zahnradbahnen in einem viel günstigeren Lichte. Werden beispielsweise die von der Generoso- und Pilatus-Bahn für den Personen-Kilometer erzielten Einnahmen (38·97 und 111·58 Pf) den gleichen Einnahmen der bosnischen Schmalspurbahnen gegenüber gestellt, so ergibt sich, dass die Sätze ebenso wie die Ausgaben für den Wagen-Achskilometer den durchschnittlichen Steigungen (Generoso-Bahn 146·75, Pilatus-Bahn 381·37‰) vollkommen entsprechen, dass also die Abkürzung der Verführungs-Distanz durch Anwendung grosser Steigungen Dank dem Zahnradsysteme, die Betriebskosten nicht nachtheilig beeinflusst.

Allerdings besteht auch eine Grenze, über welche hinaus das Zahnradsystem — Touristenbahnen ausgenommen — nicht angewendet werden soll, und

welche durch die voraussichtlich zu bewältigende Verkehrsmenge von vorn herein gezogen wird. Eine solche Grenze existirt jedoch auch bei den Adhäsionsbahnen, wo die Wahl der massgebenden Steigung von den gleichen Factoren beeinflusst wird; nur liegt diese Grenze bei dem Zahnradsysteme viel höher, nachdem dieses bei einer gleichen Leistungsfähigkeit weit grössere Steigungen zulässt.

Hierin besteht vornehmlich der Vorzug dieses Systems, weil dasselbe dort, wo eine Längenentwickelung bei bedeutenden Höhenunterschieden schwer möglich ist, den billigsten Ausweg bildet.



II. Theil.

Beispiele ausgeführter Schmalspurbahnen.

A. Adhäsionsbahnen.

Die k. und k. Bosnabahn.

Als die österr. ungar. Monarchie auf dem Berliner Congresse die Mission übernommen hatte, Ruhe und Frieden in Bosnien und der Hercegovina wieder herzustellen und diese Länder der Civilisation zuzuführen, ahnte wohl Niemand, welchen collosalen Aufschwung Handel, Industrie und Volkswirtschaft binnen wenigen Jahren hier erfahren werden. Es ist, als ob nicht erst 14 Jahre, sondern ebensoviele Jahrzehente ins Land gegangen wären seit der Zeit, wo zum erstenmale die schwarzgelbe Flagge am Castell Sarajevo's aufgezogen wurde.

Wie überall, haben auch hier die Eisenbahnen zum Aufblühen beider Länder wesentlich beigetragen. Bis zum Jahre 1878 kannte man in Bosnien nur die normalspurige Linie Banjaluka—Doberlin; heute erreicht die Schienenstrasse bereits 684 *km* Länge, wovon 579 *km* als zusammenhängendes Netz auf die Schmalspur entfallen, während eine weitere schmalspurige Linie, Lašva—Travnik, im Baue begriffen ist. Es war ein kühner, aber äusserst glücklicher Gedanke, damals, wo der Wert der schmalen Spurweite von den wenigsten erkannt und ihre Lebensfähigkeit selbst von Fachmännern bestritten wurde, mit dem Projecte aufzutreten, die aus militärischen Rücksichten gebaute schmalspurige Rollbahn zu permanieren; denn bei den grossen Terrainschwierigkeiten, welche sich hier dem Baue einer Normalbahn entgegenstellen, sowie dem damaligen Mangel einer ausgiebigen Fracht wäre die Entwicklung des Eisenbahnwesens, und damit auch der Aufschwung des Occupations-Gebietes nie so rasch erfolgt.

Der Bau einer jeden Bahn kommt unter gewöhnlichen Verhältnissen erst nach sorgfältigen Vorstudien über die voraussichtliche Personen-Frequenz und Frachtenmenge zu Stande, welche Ziffern sich aus der Dichtheit der Bevölkerung und ihrer industriellen Thätigkeit schon im vorhinein annähernd bestimmen lassen; die Grundbedingungen für die Rentabilität der Bahn müssen demnach in den weitaus meisten Fällen bereits vorhanden sein. Viel ungünstiger standen jedoch die Verhältnisse für die k. und k. Bosnabahn. Zuerst musste die öffentliche Sicherheit im Lande hergestellt, dem Handel und der Industrie der Weg geebnet und die einheimische Bevölkerung von ihren Vorurteilen und ihrem Misstrauen gegen alles neue und fremdartige abgewendet werden — Schwierigkeiten, mit welchen nicht sobald eine andere Bahn zu kämpfen hatte und welche am besten durch die nachstehende Zusammenstellung der Leistungen aus den verschiedenen Jahren charakterisiert werden; es wurden befördert:

	im ganzen		specifischer Verkehr	
	Personen	frachtpflichtige Güter in *t*	Personen	frachtpflichtige Güter in *t*
1880	57.105	18.248	39.909	17.707
1881	43.028	13.840	27.889	10.152
1882	91.728	34.421	64.425	29.234 (Kriegsjahr)
1883	79.534	36.784	39.753	22.973
1884	141.527	47.800	51.623	26.997
1885	181.765	53.989	56.157	31.225
1886	183.596	69.379	57.003	50.971
1887	183.111	72.869	55.757	34.340
1888	187.681	86.010	54.932	44.566
1889	198.978	109.313	56.013	54.570
1890	218.899	164.654	64.649	72.059
1891	254.669	172.935	73.271	65.817

In den ersten, verkehrsarmen Jahren überwiegt der Import, welcher nach und nach vom Exporte weit überflügelt wird. Die allmälige Zunahme des Verkehrs bezeichnet daher auch das Aufblühen der bosnischen Industrie, und hat sich im Laufe weniger Jahre die Scenerie längs der Bosnabahn durch die Inbetriebsetzung vieler Fabriken und industriellen Etablissements gewaltig verändert.

Der grosse Unterschied zwischen einst und jetzt tritt am besten hervor, wenn man den Vortrag des Herrn Prof. Leopold Ritter von Hauffe über die gewerblichen Verhältnisse Bosniens und der Hercegovina (gehalten am 13. November 1885 im niederösterr. Gewerbe-Vereine) zur Hand nimmt. Damals konnte der Herr Professor von seiner Bereisung nichts anderes als eine armselige Sammlung von Cigarettenpfeifchen, Pferdestriegel, eine Sichel, diverse Messer, eine Viehglocke, eine Caffeemühle nebst Hufeisen, Thürringen u. d. gl., durchwegs einheimische Erzeugnisse, mitbringen. Allerdings interessierte sich der genannte Herr in erster Linie für die Metallbranche, es war aber auch auf den anderen Gebieten der Industrie—Fabriken gab es noch keine — herzlich wenig zu holen; vielmehr war es der Handel mit Pflaumen allein, auf welchen, und auch das nur im bescheidenen Umfange, sich die Thätigkeit der Bewohner concentrierte.

Weit erfreulicher ist das Bild jetzt, das dem Besucher von Bosnien auf seiner Reise über die Bosnabahn entgegenwinkt. Eine Stockfabrik in Dervent, die ärarische Rübendarre und die im Baue begriffene Zuckerfabrik in Doboj neben dem elektrisch beleuchteten Anschluss-Bahnhofe der Usorabahn, welche zu Fassdauben- und Langholz-Exploitation dient; in Zenica eine Papierfabrik, ein Walzwerk, welches binnen wenigen Monaten in Betrieb gesetzt werden wird, ein Kohlenwerk, eine nach den neuesten Principien gebaute Strafanstalt, in welcher die Sträflinge zu den verschiedensten Arbeiten herangezogen werden,

in Vareš bei Podlugovi ein Hochofen, bei Vogošća eine Aufbereitung von Manganerzen, in Sarajevo eine Tabakfabrik, sie alle ergötzen das, an die rege industrielle Thätigkeit unseres Vaterlandes gewöhnte Auge. Auch auf der bosn. herc. Staatsbahn Doboj-Simin Han finden wir einen Ringofen, eine Spiritusfabrik, ein Kohlenwerk und eine Saline im flotten Betriebe, ausserdem im ganzen Lande verstreut viele Brauereien, deren Sarajevo allein vier aufweist.

Unwillkührlich wird man da an die ebenso schönen als wahren Worte erinnert, mit welchen Herr Professor von Hauffe seinen denkwürdigen Vortrag geschlossen hat:

»Unterschätzen Sie Bosnien nicht und nicht diese äusserlich ärmliche Sammlung; wie viel kümmerlicher würde sie wohl sein, wenn sie vom vielverspotteten Congoland käme! Nicht blos ein Bild gibt sie der herrschenden Gegenwart. Wie Alles dort rasch lebet und spriesst, bedeutet sie auch den Vorboten eines blütenreicheren Frühlings. Pflegen wir dies Land bei Zeiten, damit wir dabei seien, wenn die Früchte reifen und Glück verheissende Ernte uns wird!«

Wenn nun auch in erster Linie der werkthätigen Unterstützung seitens der betreffenden Behörden das Entstehen der meisten Etablissements in Bosnien zu verdanken ist, so darf auch der Bosnabahn ein grosser Antheil an der Hebung der bosnischen Industrie nicht abgesprochen werden. Diese Bahn hat sich in des Wortes wahrster Bedeutung ihren Verkehr mitschaffen müssen, für welchen die Grundbedingungen im ersten Anfange ganz fehlten; mit welchem Erfolge dies geschehen ist, mögen die Betriebs-Resultate des Jahres 1890 beweisen.

Der Stand an Fahrbetriebsmitteln betrug für den Kilometer Betriebslänge

0·07 Locomotiven,
0·65 Personenwagen-Achsen und
3·06 Güterwagen-Achsen.

Im eigenen Betriebe der Bahn wurden zurückgelegt 769.639 Locomotiv Kilometer (per Maschine 40.507 *km*) und 20,754.384 Wagenachs-Kilometer (per Bahnkilometer 77.384).

Jede bewegte Personenwagen-Achse war durchschnittlich mit 4·19 Personen besetzt, wogegen auf eine Achse 7·93 Plätze entfallen; die Tragfähigkeit der Güterwagen wurde mit 43·27% ausgenützt.

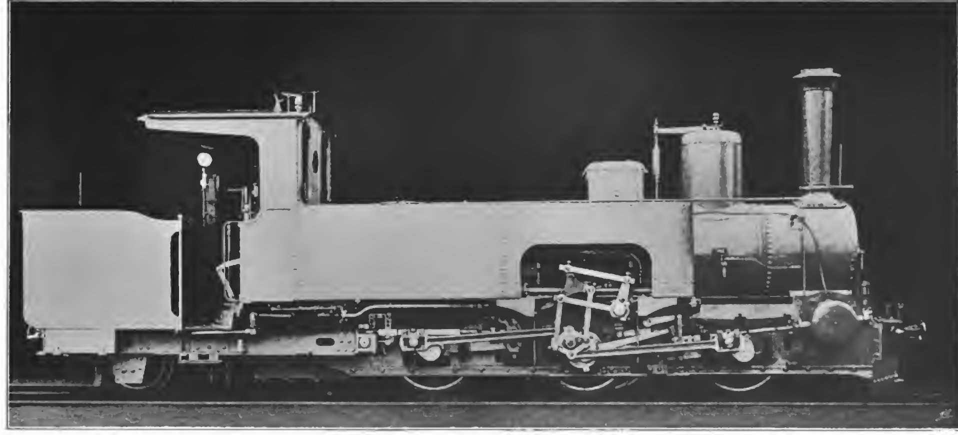
Befördert wurden über die ganze Linie 219.899 Personen und 164.654 *t* Güter; der specifische Verkehr betrug 64.649 Personen und 72.059 *t*.

Eingenommen wurden:

a) im Personen-Verkehre 458.269 Mk. (per Bahnkilometer 1.708 Mk);

Für jeden Personen-Kilometer wurden eingenommen

in der	I. Wagen-Classe . . .	8·58 Pf,
» »	II. » »	7·16 »
» »	III. » »	4·80 »
» »	IV. » »	2·00 »



Radial-Locomotive System Klose der k. und k. Bosnabahn.

Locomotivfabrik-Actien-Gesellschaft (Krauss & Comp.) Linz a. D.

von Militärs . . . . 1·57 Pf.
und im Durchschnitte . . . . . . 2·64 ».

Von den kilometrischen Einnahmen für Personen-Beförderung entfallen

auf die I. Classe . . . . 2·1%,
» » II. » . . . . 16·7 »
» » III. » . . . . 26·0 »
» » IV. » . . . . 38·2 »
auf Beförderung von Militärs . . . 17·0 ».

b. aus dem Güter-Verkehre 1,659.062 Mk, (per Bahnkilometer 6.185 Mk, für jeden Güterwagen-Achskilometer 11·08 Pf, für jeden Netto-Tonnen-Kilometer 8·54 Pf).

c. aus sonstigen Quellen 67.747 Mk, (per Bahnkilometer 253 Mk).

Die Gesammt-Einnahmen betragen 2,185.078 Mk, somit per Bahnkilometer 8.147, per Nutzkilometer 3·36 Mk, für jeden Achskilometer 10·52 Pf.

Nach Procenten vertheilen sich die Einnahmen

auf den Personen-Verkehr mit . . . . . . 21·0%,
» » Güter- » » . . . . . . 75·9 »
» die anderweitigen Quellen » . . . . . . 3·1 ».

Nach Massgabe der steigenden Verkehrsdichte konnte die Bosnabahn in der letzten Zeit wiederum zu einer ausgiebigen Reduction ihrer Tarifsätze schreiten, welche sich im grossen ganzen an die Tarife der normalspurigen Secundärbahnen in Oesterreich-Ungarn anlehnen. Dermalen gelten folgende Sätze:

A. Personen-Tarife:

in der	I.	Classe	8·0	Pf per Person und Kilometer,
„ „	II.	„	6·0	„ „ „ „ „
„ „	III.	„	4·0	„ „ „ „ „
„ „	IV.	„	2·0	„ „ „ „ „

B. Güter-Tarife.

Sperrige Güter	3·0	Pf	per 100 *kg* und *km*
Normal-Classe I	2·0	„	
„ „ II	1·8	„	
Wagenladungsgüter Cl. A	1·6	„	
„ „ B	1·4	„	
„ „ C	0·7	„	
Spezialtarif 1	1·2	„	
„ 2	0·7	„	
„ 3	0·44	„	

Ausgaben.

Die Ausgaben betrugen:

	einzeln (Mk.)	zusammen (Mk.)	Für jeden Kilometer Betriebslänge Mk.	Für den Wagenachs-Kilometer Pf.	in % der Betriebs-Ausgaben einzeln	in % der Betriebs-Ausgaben zusam.
Allgemeine Verwaltung		99.411	370	0·48		9·81
Bahnaufsicht und Bahnerhaltung.						
Besoldung und andere Personalkosten	93.476					
Sachliche Ausgaben, Bureau-Erfordernisse etc.	3.917				36·5	
Beaufsichtigung der Bahn	37.005					
Erhaltung und Erneuerung						
des Unterbaues	28.859				7·8	
» Oberbaues	164.258				44·6	
der Gebäude	31.611				8·6	
» Telegrafen und Signal-Vorrichtungen	3.901				1·1	
ausserordentliche Ausgaben	5.290	368.317	1.373	1·77	1·4	36·23
Verkehrs- und commercieller-Dienst:						
Besoldung und andere Personalkosten für die Oberleitung und den Stationsdienst	186.598					
Sachliche Ausgaben, Bureau-Erfordernisse etc. für die Oberleitung und den Stationsdienst.	21.269				89·2	
Besoldungen und andere Personalkosten des Zugsbegleitungsdienstes	54.395					
Heizung, Beleuchtung und Reinigung der Stationen	5.747					
Verschieben der Züge durch Locomotiven, Arbeiter etc.	14.630				10·8	
Heizung, Beleuchtung und Reinigung der Züge	4.048					
Instandhaltung der Geräte (Stations-Einrichtung und Zugsausrüstung)	7.338	294.025	1.096	1·41		28·95
Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst.						
Besoldungen und andere Personalkosten	88.421				35·3	
Sachliche Ausgaben als: Bureau-Erfordernisse, Erhaltung der Geräte etc.	1.270					
Brennstoff	60.773				23·9	
Wasserspeisung der Locomotiven	7.228					
Schmier- und Putzstoff u. s. w. für die Locomotiven	15.663				13·2	
Schmierstoff für die Wagen	5.771					
Sonstige Ausgaben	4.793					
Erhaltung und Erneuerung der Fahrbetriebsmittel:						
a) der Locomotiven	35.417				14·0	
b) der Personenwagen	13.335				5·2	
c) der Last-, Gepäcks- und sonstigen Wagen	21.373	254.044	947	1·22	8·4	25·01
die Gesammt-Ausgaben haben betragen		1,015.797	3.787	4.89		
Betriebs-Ueberschuss		1,169.281	4.359	5·63		

Das Anlage-Capital hat sich verzinst:
in der Strecke Bosn. Brod-Zenica (78.167 Mk per Bahnkilometer) mit 5·73%.
in der Strecke Zenica-Sarajevo (99.288 Mk per Bahnkilometer) mit 4·39%.

Der Radial-Locomotive System Klose wurde bereits auf Seite 19 gedacht. Die Länge der Maschine beträgt 9·198 *m*, die grösste Breite 2·00 *m*, die Höhe incl. Schornstein 3·29 *m*, der grösste Tiefgang (beim Differentialkopfe) 110 *mm*; die Triebräder haben 900 *mm* Durchmesser.

Die in der Strecke Brod — Zenica eingelegten Schienen wiegen 17·8, in der Strecke Zenica—Sarajevo 13·9 *kg* per laufenden Meter; das erstere Schienen-Profil ist 90 *mm* hoch, am Kopfe 42, am Stege 10, am Fusse 75 *mm* breit, das letztere 80 *mm* hoch und 37, bezw. 9 und 65 *mm* breit. In beiden Strecken wurde die Schwellen-Vertheilung mit Rücksicht auf den grössten Achsdruck von 6·5 *t* durchgeführt.

Die Schwellen sind imprägnirte Buchenschwellen.

Die Kronenbreite beträgt 3·10 *m*, die Stärke der Bettung in Dämmen 25, in Einschnitten 30 *cm*. Das Verlade-Profil ist mit 3·58 *m* Höhe (über Schienen-Oberkante) und 2·50 *m* Breite bemessen.

Die Schmalspurbahnen des Darmstädter Eisenbahn-Consortiums.

(Darmstädter Bank—Herrmann Bachstein).

Diesem Consortium unterstehen nachstehende Linien:

1. Die Darmstädter Dampfstrassenbahnen mit den Abzweigungen

Darmstadt-Eberstadt, ...	6·47 *km* lang,	
Darmstadt-Griesheim	6·77 »	» , und
Darmstadt-Arheilgen	4·30 »	» ,
im ganzen	17·54 *km*.	

Der kleinste Radius beträgt 30 *m*, die grösste Steigung 31·2‰. In den gepflasterten städtischen Strassen besteht der Oberbau aus Haarmann'schen Zwillingsschienen von 130 *mm* Höhe; in den chaussirten städtischen Strassen und ausserhalb der Stadt wird Langschwellen-Oberbau mit leichtem Schienen-Profil angewendet, welcher bei 14·4 *kg* schweren Schienen einen Raddruck von 3500 *kg* zulässt.

2. Die Mannheim-Weinheim-Heidelberger Localbahn mit den Linien

Mannheim-Weinheim,	17·0 *km* lang,	kleinster Radius 44 *m*,	grösste Steigung 24·3‰,
Weinheim-Heidelberg	39·1 *km* » ,	» » 50 *m*,	» » 30·3‰,
Heidelberg-Mannheim		» » 40 *m*,	» » 20‰.

In den städtischen Strassen werden Haarmann'sche eintheilige Schwellenschienen eingelegt. Die Fahrschienen sind aus Bessemerstahl, 9 *m* lang und wiegen per Currentmeter 27·2, die Schutzschienen 14·6 *kg*. Der laufende Meter Geleise hat ein Gewicht von 92·61 *kg*, während der zulässige Achsdruck 8000 *kg* beträgt.

Auf chaussirten Landstrassen kommt der Langschwellen-Oberbau (leichtes Profil), auf eigenem Planum Langschwellen-Oberbau und eiserner Querschwellen-Oberbau zur Anwendung.

Die Personenwagen auf Truckgestellen sind 11·29 *m* lang, 2·36 *m* breit und haben 48 Sitzplätze.

3. Wiesbaden-Biebricher Dampfstrassenbahn, 8·05 *km* lang, kleinster Radius 30 *m*, grösste Steigung 52·3‰.

Die Geleise in den städtischen Strassen Wiesbadens sind im Haarmann'schen eintheiligen Schwellenschienen-Oberbau, die übrigen Geleise in Langschwellen-Oberbau (schweres Profil) verlegt. Letzterer besteht aus 9 *m* langen, 15·75 *kg* schweren Schienen; die Schwellen wiegen 18·3 *kg* per laufenden Meter, die

Schwellenlaschen per Stück 9·4, die Schienen-Winkellaschen 8·6 *kg*. Das Gewicht eines Normalstosses beträgt 708·17 und für den Currentmeter 78·69 *kg*.

In Curven unter 400 *m* werden auf eine Schienenlänge von 9 *m* 5 Spurstangen (statt 3) angewendet. Der zulässige Raddruck beträgt bei 1·60 *m* Achsstand 4250—5500 *kg*, der Druck auf die Bettung 1·46—1·90, die Beanspruchung der Schiene 761·3—985, die der Schwelle 753—975 *kg* pro cm^2.

Die Locomotiven haben 21 *t* Dienstgewicht und befördern Züge mit 2 langen vierachsigen Wagen, wie sie bei der Mannheim-Weinheimer Eisenbahn angeführt wurden; in den Sommer Monaten werden Wagen von 5·7 *t* Tara, 40 Sitz- und 16 Stehplätzen in Verkehr gesetzt, welche 10·875 *m* Länge und 2·28 *m* Breite besitzen.

4. Die Zell-Todtnauer Localbahn, 18·8 *km* lang, kleinster Radius 70 *m*, grösste Steigung 28·5‰, mit eisernem Querschwellen-Oberbaue.

Das Schienenprofil ist 90 *mm* hoch, am Kopfe 45, am Stege 7, am Fusse 75 *mm* breit und wiegt 15·75 *kg* für den laufenden Meter. Die Schwellen haben einen trapezförmigen Querschnitt von 60 *mm* Höhe und 80 bezw. 189 *mm* Breite bei 1·60 *m* Länge; sie sind unter dem Schienenauflager 6·5, sonst 5·5 *mm* stark. Unter eine Schienenlänge von 8·5 *m* werden 12 Schwellen eingezogen; ihre Entfernung beträgt 727, am Stosse 506 *mm*, woraus ein Raddruck von 3500 *kg* (bei einem Achsstande von 1·00 resp. 1·10 *m*) resultiert. Ein Currentmeter dieses Oberbaues wiegt 63·5 *kg*.

Die Maschinen haben drei gekuppelte Achsen und wiegen im Dienste 21 *t*. Die auf Truckgestellen gebauten Personenwagen mit Mittelgang haben eine Länge von 10·77 *m* und enthalten 48 Sitzplätze.

Hervorzuheben wären auch die offenen Güterwagen mit 18·9 m^2 Bodenfläche, welche auf Seite 33 abgebildet sind.

5. Die Karlsruher Localbahnen, bestehend aus den Linien:

Karlsruhe-Spöck, 16·0 *km* lang, kleinster Radius 50 *m*, grösste Steigung 12·5‰,
und Karlsruhe-Durmersheim, 14·6 *km* » , » » 80 *m*, » » 20·8‰.

In den Strassen von Karlsruhe Haarman'scher Schwellenschienen-Oberbau, auf den Landstrassen und den übrigen Strecken Langschwellen-Oberbau (schweres Profil). Die Locomotiven sind zweiachsig gekuppelt und haben 19·5 *t* Dienstgewicht.

6. Die Mainzer Localbahnen mit den Linien

Mainz-Hechtsheim 9·41 *km* lang, kleinster Radius 30 *m*, grösste Steigung 28·5‰,
und Mainz-Finthen 9·20 *km* » , » » 30 *m*, » » 40‰.

In den Strecken von Mainz ist Haarmann'scher eintheiliger Schwellenschienen-Oberbau mit 180 *mm* Höhe, in den übrigen Strecken ein Langschwellen-Oberbau (schweres Profil) eingelegt.

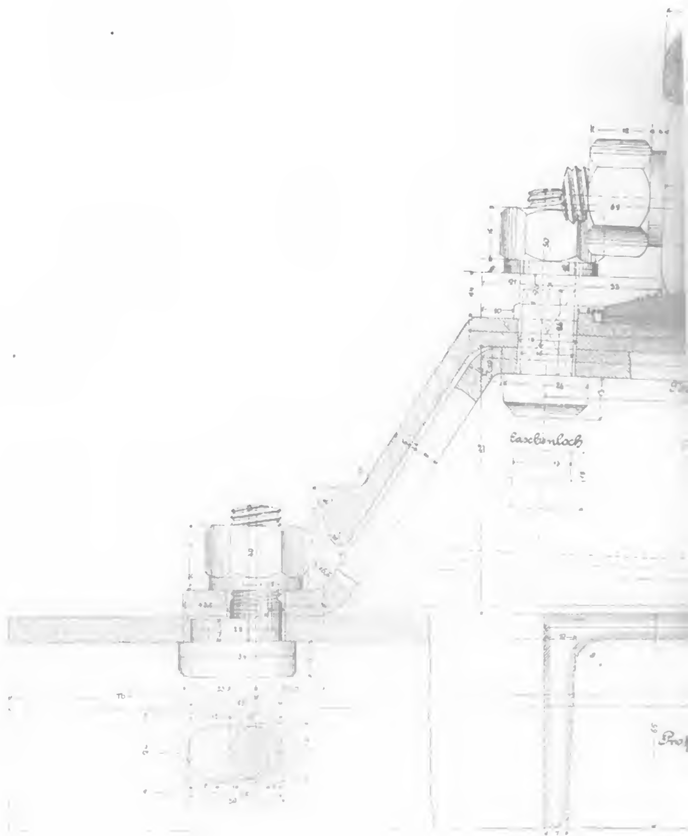
Die zweiachsig gekuppelten Maschinen sind 21 *t* schwer.

Die offenen Personenwagen enthalten 56 Sitzplätze; sie sind 11·31 *m* lang, 2·36 *m* breit und haben einen Radstand von 6·01 *m* (Mitte zu Mitte des Drehgestelles).

Sämmtliche vorstehend angeführte Linien haben 1·00 *m* Spurweite. Die Weichen, welche zum Theil mit federnden, zum Theil mit verstellbaren Zungen ausgeführt sind, haben im Haarmann'schen Oberbaue Herzstückneigungen von 1 : 6, im übrigen Oberbaue 1 : 6·5; in den städtischen Strassen erhalten die Weichen mit verstellbaren Zungen versenkt liegende Umstellvorrichtungen.

Die Betriebs-Ergebnisse des Jahres 1889 stellen sich wie folgt:

		bei der Eisenbahn		
		Darmstadt-Griesheim und Darmstadt-Eberstadt	Mannheim-Weinheim	Zell-Todtnau
Länge in *km*		13·24	17·00	18·8
grösste Steigung	‰	31·2	24·3	28·5
Anzahl der Locomotiven		5	6	2
„ „ Personenwagen		17	28	4
„ „ Güterwagen		—	25	25
Leistung der Fahrbetriebsmittel:				
Locomotivkilometer		99.778	152.829	38.021
Personenwagen-Achskilometer		688.615	927.271	150.560
Güterwagen- „		—	178.793	215.108
Wagen aller Art „		688.615	1,106.064	365.668
Personen-Kilometer		4,392.315	4,879.716	674.216
Tonnen- „		—	137.246	171.692
Einnahmen: überhaupt	Mk	111.221	124.517	64.562
per Bahnkilometer	„	8.394	7.051	4.822
„ Achskilometer	Pf	16·15	11·21	17·65
Ausgaben im ganzen	Mk	56.599	91.161	43.232
per Bahnkilometer	„	4.272	5.162	3.229
„ Achskilometer	Pf	8·21	8·24	11·82
Betriebs-Coëfficient	%	50·89	73·21	66·96
Das Anlage-Capital hat sich verzinst mit	%	11·28	2·57	1·59



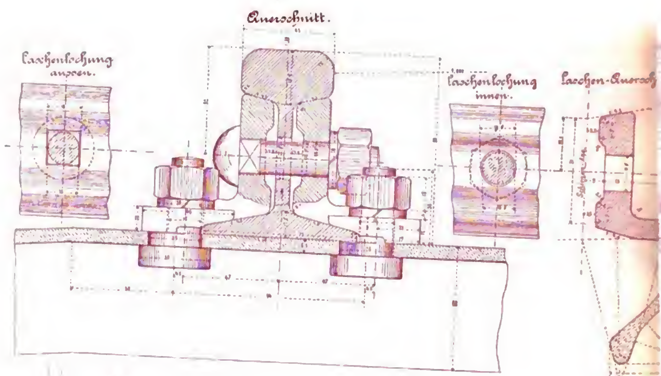
Langschwellen-Oberbau der Wiesbaden-Bie

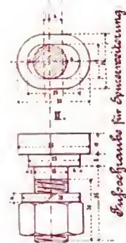
Schwellenloch am Stoß.

Ganze Länge = 1.500 Meter

b? 10½ a. Börde

...her Dampfstrassenbahn (Spurweite 1·00 m).



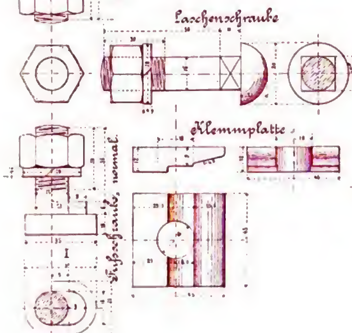


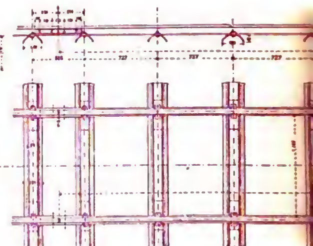
Stück und Gewichtstabelle pro Stoß.

Stückzahl	Gegenstand	Gewichte im Einzelnen	Gewichte im Ganzen
2 St.	Schienen à 8.5 m · 17 m ... à	15,25	262. 25
12 "	Schwellen à 1.25 m · 21 m ... à	11.82	256. 62
4 "	Laschen à 0.468 m · 1,832 m ... à	9.32	17, 06
8 "	Bolzen à 68 m/m · 16 ∅ ... à	0.206	1. 65
48 "	Klemmplatten ... à	0,139	6, 62
48 "	Fußschrauben à 36 m/m · 16 ∅ ... à	0.190	9, 12
56 "	Federringe ... à	0.014	0, 78

zusammen 539. 20 Kg

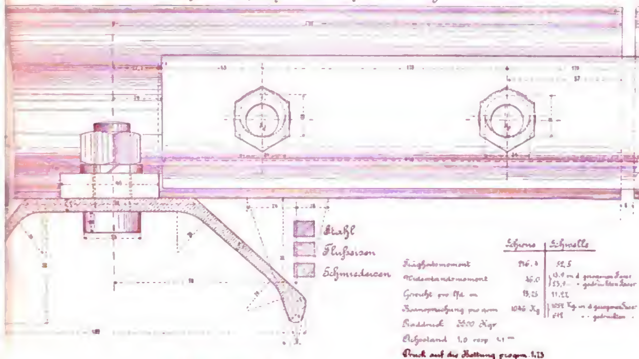
Gewicht pro m. Geleis = 63.50 Kg.



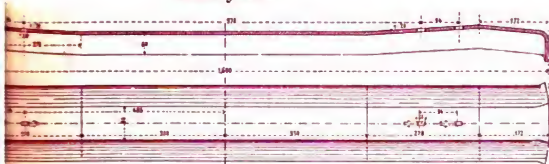


Eiserner Querschwellen-Oberb

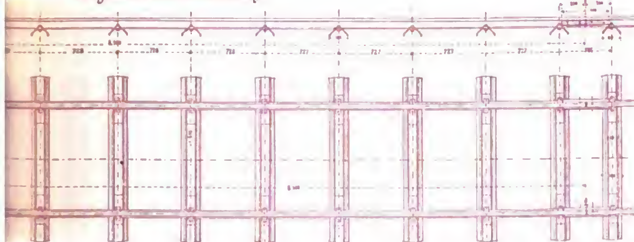
Schienenlochung und Stoßverbindung



Querschwelle.



Schwellenanordnung



…er Zell-Todtnau'er Localbahn.

Das Decauville-System.

Das Werk Decauville ainé in Frankreich darf sich rühmen, zur Entwickelung der schmalen Spurweite mächtig beigetragen zu haben. Die hier erzielten Erfolge, welche in mancher Hinsicht geradezu als bahnbrechend bezeichnet werden müssen, werden am besten durch die Verbreitung der Decauville-Eisenbahnen documentiert: bis zum Jahre 1891 wurden nach diesem Systeme 1143 *km* mit einer Spurweite von 50, 60, 75 und 80 *cm* gebaut, deren Fahrpark aus zusammen 98 Locomotiven und 2.840 Wagen besteht.

Vornehmlich für Kriegszwecke bestimmt, hat sich dieses System einen leichten Transport des gesammten Materials zum Prinzipe gemacht; und so finden wir als die charakteristischen Merkmale desselben einen auffallend schwachen Oberbau und demgemäss auch leichte, jedoch überraschend leistungsfähige Locomotiven, sowie Wagen, welche bei grosser Curven-Beweglichkeit eine bedeutende Tragkraft besitzen.

Der Oberbau der Decauville-Bahnen besteht aus Stahlschienen von 9·5, 12 und 15 *kg* Gewicht per laufenden Meter, welche auf Querschwellen aus gleichem Material aufgenietet sind. Die Länge der einzelnen Felder ist mit 5 *m* normirt, während für Curven entsprechende Elemente von 1·25 und 2·50 *m* Länge angefertigt werden; zur Verbindung der Felder dienen kräftige Winkellaschen.

Das Gewicht dieses Oberbaues beträgt:

bei einer Spurweite von *cm*	Schienen-Profil	Eingezogene Schwellen	Zulässiger Achsdruck	der Oberbau wiegt per Currentmeter
	kg	Stück	*kg*	
50	9·5	8	3500	32·0
60				33·4
75				35·6
60	12·0	8	5000	46·6
75				49·0
90				51·4
100				53·2
60	15·0	7	5500	50·6
75				53·1
90				55·6
100				59·4

Von den für diesen Oberbau construierten Locomotiven ist besonders die Compound-Locomotive System Mallet von grossem Interesse, weil dieselbe trotz ihres geringen Gewichtes (ausgerüstet 11·5 *t*) verhältnismässig bedeutende Lasten noch über Steigungen von selbst 80°/₀₀ befördern kann.

Diese Locomotiv-Type hat 4 Treibachsen, von denen je zwei zu einer Gruppe mit einem Cilinderpaare vereinigt sind. Das Gestell des rückwärtigen Achsensatzes, welcher von den Hochdruck-Cilindern getrieben wird, ist mit dem Kessel fest verbunden, während die Niederdruck-Cilinder mit einem zweiten Satze Treibachsen an einem besonderen, beweglichen Truckgestelle angebracht sind, wodurch ein ruhiges Einfahren in die Curven ermöglicht wird. Die radiale Einstellung des vorderen Achsenpaares wird durch das Geleise bewirkt, und wird die Bewegung der Achsbüchsen durch einen Balancier, welcher in der Mitte des Locomotivrahmens seinen Drehpunkt hat und durch einen Hebelsarm mit eigenen Achsbüchsen-Ansätzen in Verbindung steht, auf die andere Locomotivseite übertragen.

Aus dem Kessel gelangt der Dampf für gewöhnlich in das rückwärtige Cilinderpaar, von hier durch ein mit einem Gelenke versehenes Rohr in die vorderen Cilinder und entweicht sodann durch den Rauchfang. In den ersteren wirkt der Dampf mit 12, in den letzteren noch mit 5 *kg*, woraus eine rationelle Ausnützung der Dampfkraft und eine bedeutende Brennmaterial-Ersparnis resultiert. Das vordere Cilinderpaar kann jedoch auch direct vom Kessel Dampf erhalten, in welchem Falle die Locomotive wie eine gewöhnliche einfache Maschine zu 12 Atmosphären arbeitet. Dieselbe kann mit Kohle oder Holz, und vermittelst einer ziemlich einfachen Vorrichtung auch mit Petroleum geheizt werden.

Zum Dienste auf Bahnen mit grossen Steigungen bestimmt, ist diese Locomotive mit einer sehr kräftigen Bremse versehen, welche auf alle acht Räder wirkt.

Die Compound-Locomotiven, System Mallet erhalten für eine Spurweite von 60 und 75 *cm* folgende Hauptabmessungen:

Gewicht der leeren Locomotive circa	9·0 *t*
» » ausgerüsteten »	11·5 *t*
Rostfläche	0·52 m^2
Totale Heizfläche	22·3 »
Leistung in Pferdekräften	85 H P
Zugkraft	1.800 *kg*
Cilinder-Durchmesser	
vorne (Niederdruck)	280 *mm*
rückwärts (Hochdruck)	187 »
Kolbenhub	260 »
Anzahl der Räder	8
Durchmesser der Räder	600 *mm*
Entfernung der gekuppelten Achsen	0·85 *m*
Totaler Radstand	2·80 »
Kleinster zulässiger Curven-Radius	20 »

Fassungsraum: Wasser . . . . 1·42 m^3
Kohle . . . . 0·52 »
Der Locomotive Länge . . . . 5·45 *m*
Breite . . . . 1·90 »
Höhe incl. Wetterdach . . . 2·84 »

Die Leistung dieser Locomotive beträgt:

auf Steigungen von	bei einer Geschwindigkeit per Stunde	
	12 *km*	22 *km*
0 ‰	180 *t*	140 *t*
5 „	116 „	90 „
10 „	84 „	64 „
25 „	43 „	32 „
50 „	21 „	14 „
80 „	10 „	6 „

Eine andere ebenfalls sehr leistungsfähige, für leichten Oberbau construierte Locomotive von 13 *t* Dienstgewicht (60 *cm* Spur) hat drei gekuppelte Achsen sowie eine radialstellbare Laufachse und passirt Curven von 25 *m* Radius.

Diese Locomotive ist wie folgt dimensioniert:

Gewicht der leeren Locomotive . . . . 10·0 *t*
» » ausgerüsteten » . . . . 13·0 »
Rostfläche . . . . 0·60 m^2
Totale Heizfläche . . . . 25·0 »
Zugkraft . . . . 2400 *kg*
Cilinder-Durchmesser . . . . 250 *mm*
Kolbenhub . . . . 320 »
Durchmesser der gekuppelten Räder . . . . . 650 »
» » ungekuppelten » . . . . 510 »
Totaler Radstand . . . . 2·60 *m*
Fassungsraum: Wasser . . . . 1·40 m^3
Kohle . . . . 0·70 »
Der Locomotive: Länge (ohne Puffer) . . . . . 4·80 *m*
Breite . . . . 1·90 »
Höhe . . . . 2·85 »

Diese Locomotive befördert:

auf Steigungen von	bei einer Geschwindigkeit in der Stunde	
	12 *km*	22 *km*
0 ‰	205 *t*	157 *t*
5 „	132 „	100 „
10 „	96 „	72 „
25 „	50 „	36 „
50 „	24 „	16 „
80 „	12 „	7 „

Unter den Personenwagen ist besonders der auf Truckgestellen gebaute Wagen von 11·75 *m* Länge und 2·03 *m* Breite zu erwähnen, welcher aus je einem Coupé I. und II. Classe, drei Coupés III. Classe und zwei Halbcoupés für Gepäck besteht und 46 Passagiere aufnehmen kann; auf einen Reisenden entfallen durchschnittlich 0·35 m^2 Flächenraum und 124 *kg* todte Last.

Der nachstehend abgebildete Personenwagen von 9·60 *m* Länge und 1·75 *m* Breite fasst bei einem Eigengewichte von 3.780 *kg* 32 Passagiere; der Raddurchmesser beträgt 45 *cm*.



Personenwagen 60 cm Spurweite, 9·60 m lang, 32 Sitzplätze.
System Decauville ainé, Petit-Bourg.

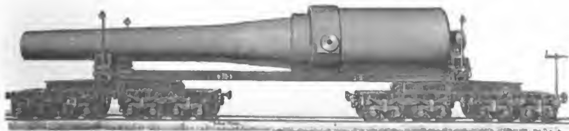
Bei den Güterwagen werden gleichfalls zumeist Truckgestelle angewendet, und sprechen auch hier die erzielten Resultate sehr zu Gunsten der schmalen Spurweite. Die offenen Güterwagen haben eine Tragfähigkeit bis zu 10 *t* und eine Länge von 6·60 *m* bei 1·80 *m* Breite; die Bordwände sind 69 *cm* hoch.

Die gedeckten Güterwagen sind für den Transport lebender Thiere eingerichtet und fassen selbst auf einer Spurweite von 60 *cm* 24 Mann oder 4 Pferde, während die zu beiden Seiten des Wagenkastens angebrachten Koffer die volle Ausnützung der Tragfähigkeit von 10 *t* zulassen, was besonders für Truppen-Transporte von grossem Werte ist. Die ganze Länge dieser Wagen beträgt 9·80 *m*, die Breite 1·70 *m*; der Wagenkasten hat eine lichte Länge von 5·95 *m*.

Das Verhältnis der Tara zur Nettolast gestaltet sich bei beiden Güterwagen-Typen viel günstiger als bei den normalspurigen Wagen auf Truckgestellen, wie aus der nachfolgenden Tabelle erhellt:

		offener		gedeckter	
		Güterwagen auf Truckgestellen			
		norm. Spurw.	60 u. 75 *cm* Spur	norm. Spurw.	60 u. 75 *cm* Spur
Ladefläche	m^2			32·6	15·3
Tragfähigkeit	*t*	25·0	10·0	15·0	10·0
Tara	*t*	12·32	3·17	12·82	4·70
Verhältnis der Tara zur Nettolast	%	49·2	31·7	85·4	47·0

Die für die Beförderung von Wasser, Lebensmitteln und Schwerverwundeten eingerichteten Wagen seien hier nur nebenbei, zur Begründung der strategischen Bedeutung der schmalen Spurweite erwähnt. Dagegen verdienen die für Geschütz-Transporte von 24 und 48 *t* Gewicht construierten Wagen-Typen ganz besonders hervorgehoben zu werden, welche, für einen Oberbau von 9·5 *kg* schweren Schienen bestimmt, die collosale Last von 48 *t* auf 16 Achsen (4 Doppeltrucks) vertheilen und Curven von 20 *m* Radius anstandslos passieren.



Verladung eines 48 t schweren Geschützrohres auf Bahnen mit 60 cm Spurweite (9·5 kg schweren Schienen).

System Decauville.

Das Decauville-System hat sich in der Praxis sehr bewährt. Im Kriege gegen Afghanistan, in Tunis, Madagascar, Tonking und Abessynien hat dasselbe als Feldbahn die besten Dienste geleistet, und auch bei permanenter Anlage

mit seinen Leistungen überrascht. Es sei hier der zwischen Laon und dem Bahnhofe dieser Stadt gebauten Adhäsionsbahn von 60 *cm* Spurweite gedacht, welche auf eine Entfernung von wenig mehr als 2 *km* einen Niveau-Unterschied von 120 *m* zu bewältigen hatte und Steigungen von 55 und 71‰ erhielt, die mit einer Geschwindigkeit von 14 *km* in der Stunde befahren wurden.

Die grossartigste Leistung hat jedoch die auf der letzten Weltausstellung in Paris in Betrieb gesetzte, doppelgeleisige Decauville-Bahn von 60 *cm* Spurweite aufzuweisen, wie sie zu Anfang dieses Buches eingehend beschrieben wurde. Zur Ergänzung seien noch folgende Daten angeführt: Das für die Ausstellungsbahn gewählte Schienen-Profil war 9·5 *kg* per Currentmeter schwer, und wurden unter ein Feld von 5 *m* Länge 8 Stahlschwellen eingezogen. Diesen Oberbau passierten binnen 6 Monaten 1,200.000 Brutto-Tonnen, und hat jede Locomotive im Durchschnitte monatlich 3.900 *km* bei einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von 30 *km* in der Stunde zurückgelegt.

Die Züge hatten eine Belastung von durchschnittlich 51 *t*, und consumierten die Mallet'schen Compound-Locomotiven für den Zugskilometer 3·70 *kg* Coke (=72·5 *kg* per 1000 *B. T. Km.*)

Die kilometrischen Einnahmen beliefen sich für die sechsmonatliche Betriebsdauer auf 550.000 frcs. = 1,100.000 frcs. pro Jahr.

Die Doberan-Heiligendammer Eisenbahn.

Die Eisenbahn Doberan-Heiligendamm verbindet den Bahnhof Doberan der Strecke Wismar-Rostock mit dem Ostseebade Heiligendamm. Dieselbe wurde von dem Eisenbahn-Bau- und Betriebsunternehmer Herrn Geh. Commercienrath Lenz zu Stettin aus eigenen Mitteln gebaut und am 9. Juli 1886 in einer Länge von 6·61 *km*, Spurweite 0·90 *m*, dem Betriebe übergeben; der Kilometer kostete 38.757 Mk.

Diese Bahn überging im Jahre 1890 durch Kauf in den Besitz der Grossherc. Mecklenburg-Schwerin'schen Regierung; sie dient bis auf weiteres nur dem Personen- und Gepäck-Transporte und wird blos während der Sommermonate, von etwa Mitte Mai bis Ende September betrieben.

Die grösste Steigung auf freier Strecke beträgt 16·6‰, der kleinste Krümmungs-Halbmesser 100 *m*. Die Trace benützt die öffentliche Strasse nur auf eine Länge von 430 *m*. Die Kronenbreite ist mit 3·20 *m* angelegt, die Bettung 22 *cm* hoch angeschüttet; die Schwellenlänge beträgt 1·50 *m*, bei 0·12 *m* Stärke. Die Schienen sind 91 *mm* hoch, am Kopfe 37, am Fusse 69, im Stege 6 *mm* stark und wiegen 15·75 *kg* per Currentmeter; die 420 *mm* langen Winkellaschen wiegen 3·00, die Flachlaschen 2·11 *kg*. Der grösste zulässige Raddruck beträgt 2.500 *kg*, die Fahrgeschwindigkeit 25 *km* in der Stunde; eine Bahnbewachung findet an keiner Stelle statt.

Die Doberan-Heiligendammer Bahn besitzt 2 Locomotiven, 8 Personen- und 1 Gepäckswagen mit 5 *t* Tragfähigkeit. Die 11·21 *m* langen, 1·82 *m* breiten Personenwagen sind auf Truckgestellen (1·00 *m* Einzeln-, 6·4 *m* Total-Radstand) gebaut; die Wagen II/III. Classe fassen bei einem Eigengewichte von 4·2 *t* 40, die der III. Classe aber 52 Passagiere, so dass auf einen Platz nur 80·7 *kg* todtes Gewicht entfällt.

Mit diesem Fahrparke wurden im Jahre 1889 geleistet:

	15.645	Nutzkilometer,
	162.372	Personenwagen-Achskilometer,
	24.716	Gepäcks- (einschl. Arbeitswagen-) Achskilom.,
zusammen	187.088	Wagen-Achskilometer.

Befördert wurden 72.806 Personen mit 353.659 Personenkilometern.

Aus dem Personenverkehre wurden 19.636 Mk Einnahmen erzielt, somit per Bahnkilometer 7.982 Mk; die sonstigen Einnahmen betrugen 297 Mk,

sodass im ganzen 19.933 Mk, oder per Bahnkilometer 8.103 Mk eingehoben wurden. Ein Nutzkilometer brachte 1·27 Mk, ein Achskilometer 10·65 Pf Einnahmen.

Die Ausgaben betrugen 9.977 Mk und vertheilen sich auf:

allgemeine Verwaltung	728	Mk
Bahnerhaltung	1.781	»
Verkehrs-Dienst	1.794	»
Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst . .	5.674	».

Per Betriebskilometer stellen sich die Ausgaben, auf ein volles Jahr reduciert, auf 4.056, per Nutzkilometer auf 0·64 Mk, für den Wagen-Achskilometer auf 5·33 Pf, bei einem Betriebs-Coëfficienten von 50·05%.

Bosn. herc. Staatsbahn Doboj- Simin Han.

Die bosn. herc. Staatsbahn Doboj-Simin Han, welche von der k. und k. Bosnabahn verwaltet und betrieben wird, wurde am 29. April 1886 eröffnet. Dieselbe hat eine Länge von 66·7 *km* und eine Spurweite von 0·76 *m*. Die grösste Steigung beträgt 10·0‰, der kleinste Radius 80 *m*, welcher in 2·2% der Gesammtlänge zur Anwendung gelangt ist. Die Bahn weist zahlreiche Uferschutzbauten und Fluss-Correctionen auf; die Unterbau-Krone ist 3 *m* breit, die Dammböschung 1½ füssig.

Das Schienen-Profil (mit festem Stosse) wiegt 14·2 *kg*; dasselbe ist 75 *mm* hoch, am Kopfe 36, am Stege 9, am Fusse 62 *mm* breit. Die Weichen sind Spitzweichen.

Die Hochbauten sind durchgehends massiv ausgeführt; die Wasser-Stationen besitzen Ejector-Vorrichtungen und drehbare Auslaufkrahne.

Das Anlage-Capital beträgt 40.537 Mk per Kilometer.

Die Locomotiven sind Tender-Locomotiven mit zwei gekuppelten Achsen und einer Laufachse (Bisselgestell) von 16·0 *t* Dienst- und 12·0 *t* Adhäsions-Gewicht, und fassen 2 m^3 Wasser. Ihre Länge beträgt 6·330 *m* von Puffer zu Puffer, der Radstand 3·200 *m*, ihre Leistung 100 *H P*; sie bringen über die Maximalsteigung noch 100 *t*, und verkehren die Züge mit einer Durchschnitts-Geschwindigkeit von 24 *km* in der Stunde.

Die Wagen-Typen sind dieselben wie bei der k. und k. Bosnabahn.

Die Staatsbahnlinie Doboj-Simin Han ist mit Telegrafen und Telefonen ausgerüstet.

Das Jahr 1890 zeigt folgende Betriebs-Resultate:

Der Stand an Fahrbetriebsmitteln betrug per Kilometer Betriebslänge

0·04 Locomotiven,
0·59 Personenwagen-Achsen und
3·85 Güterwagen-Achsen.

Im eigenen Betriebe wurden zurückgelegt

102.712 Locomotiv-Kilometer (per Maschine 34.237 *km*),
und 4,734.130 Wagenachs-Kilometer (per Bahnkilometer
70.976 Achskilometer).

Jede bewegte Personenwagen-Achse war durchschnittlich mit 2·35 Personen besetzt, wogegen auf eine Achse 5·30 Plätze entfielen; die Tragfähigkeit der Güterwagen wurde mit 57·84% ausgenützt.

Befördert wurden im ganzen

73.382 Personen und
111.108 *t* Güter,

über jeden Bahnkilometer

31.142 Personen und
93.624 *t* Güter

Die *Einnahmen* betrugen:

a. aus dem Personen-Verkehre 52.522 Mk (per Bahnkilometer 787 Mk). Für jeden Personen-Kilometer wurden eingenommen:

in der I. Wagen-Classe	7·12	Pf.
» » II. » »	6·46	»
» » III. » »	4·62	»
» » IV. » »	2·00	»
von Militärs	1·58	»
im Durchschnitte . . .	2·52	»

An den Einnahmen participierte

die I. Wagen-Classe mit	1·7	%
» II. » » »	14·5	»
» III. » » »	19·7	»
» IV. » » »	58.1	»
die Militärs »	6·0	»

b) aus dem Güter-Verkehre 252.825 Mk, somit per Bahnkilometer 3.790 Mk, für jeden Güterwagen-Achskilometer 7·20 Pf, für den Netto-Tonnen-Kilometer 4·04 Pf.

c) aus sonstigen Quellen 7.707 Mk (für den Bahnkilometer 115 Mk).

Die Gesammt-Einnahmen betrugen 313.054 Mk, demnach per Bahnkilometer 4.693 Mk, per Nutzkilometer 3·09 Mk, für den Wagen-Achskilometer 6·61 Pf.

Von diesen Einnahmen entfallen:

auf den Personen-Verkehr . . .	16·8%,
„ „ Güter- „ . . .	80·8 „
„ sonstige Quellen	2·4 „

Die Tarifsätze der Bosnabahn haben auch auf der Linie Doboj-Simin Han Geltung.

Die Ausgaben betrugen:

	einzeln Mk.	zusammen Mk.	Für jeden Kilometer Betriebslänge Mk.	Für den Wagenachs-Kilometer Pf.	in % der Betriebs-Ausgaben einzeln	in % der Betriebs-Ausgaben zusam.
Allgemeine Verwaltung		9.386	140	0.19		4·59
Bahnaufsicht und Bahnerhaltung.						
Besoldung und andere Personalkosten	19.249					
Sachliche Ausgaben, Bureau-Erfordernisse etc.	1.366				25·8	
Beaufsichtigung der Bahn	3.264					
Erhaltung und Erneuerung						
des Unterbaues	4.177				4·5	
» Oberbaues	59.397				64·3	
der Gebäude	4.273				4·6	
» Telegrafen und Signal-Vorrichtungen	541				0·6	
ausserordentliche Ausgaben	143	92.410	1.385	1·95	0·2	45·20
Verkehrs- und commercieller-Dienst:						
Besoldung und andere Personalkosten für die Oberleitung und den Stationsdienst	36.298					
Sachliche Ausgaben, Bureau-Erfordernisse etc. für die Oberleitung und den Stationsdienst.	5.245				92·0	
Besoldungen und andere Personalkosten des Zugsbegleitungsdienstes	13.289					
Heizung, Beleuchtung und Reinigung der Stationen	1.538					
Verschieben der Züge durch Locomotiven, Arbeiter etc.	840				8·0	
Heizung, Beleuchtung und Reinigung der Züge	515					
Instandhaltung der Geräte (Stations-Einrichtung und Zugsausrüstung)	1.899	59.624	894	1·26		29·17
Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst.						
Besoldungen und andere Personalkosten	16.738				41.1	
Sachliche Ausgaben als: Bureau-Erfordernisse, Erhaltung der Geräte etc.	224					
Brennstoff	10.393				24.1	
Wasserspeisung der Locomotiven	257					
Schmier- und Putzstoff u. s. w. für die Locomotiven	2.658				9·0	
Schmierstoff für die Wagen	951					
Sonstige Ausgaben	700					
Erhaltung und Erneuerung der Fahrbetriebsmittel:						
a) der Locomotiven	4.726				11·0	
b) der Personenwagen	1.047				2·4	
c) der Last-, Gepäcks- und sonstigen Wagen	5.307	43.001	645	0.90	12·4	21·04
die Gesammt-Ausgaben haben betragen		204.421	3.064	4.32		
Betriebs-Ueberschuss		108.633	1.628	2·29		

Die Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln.

Die Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln in Schleswig ist, trotzdem sie vornehmlich neben den vorhandenen Strassen angelegt wurde, sowohl in baulicher als auch in betriebstechnischer Hinsicht hochinteressant. Die eigenartige Geleise-Anlage am Anschlussbahnhofe Flensburg und die Geleise-Kreuzung mit der normalspurigen Kiel-Eckernförde-Flensburger Eisenbahn stehen in den Annalen der schmalen Spurweite wohl noch so vereinzelt da, dass diese Bahn schon in dieser Beziehung ganz besonders hervorgehohen zu werden verdient.

Die Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln (eröffnet am 1. Juli 1886) hat eine Spurweite von 1·00 *m* und eine Länge von 51·5 *km*, wovon 37·5 *km* dem Strassenzuge folgen. In Steigungen liegen 64·8, in Krümmungen 24·2%. Obgleich hier das Terrain als ein sehr coupiertes bezeichnet werden muss, wurden doch mit den angenommenen Richtungs- und Neigungs-Verhältnissen (kleinster Radius 70 *m*, Maximal-Steigung 25‰) bedeutendere Erdarbeiten meistentheils vermieden und konnte das Bahnplanum durch kleinere Ausgleichungen, die für gewöhnlich sowohl im Auftrage wie im Abtrage die Höhe von 1 *m* nicht überschritten, hergestellt werden.

Oberbau.

Die bei der Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln eingelegten Schienen aus Bessemerstahl sind 85 *mm* hoch, messen am Kopfe 40, am Stege 10, an der Basis 70 *mm*. Die Schienen wiegen 15·2 *kg* per Currentmeter, die Winkellaschen 2·67 *kg* per Stück.

Die eichenen Querschwellen sind 1·70 *m* lang und haben einen Querschnitt von 12×15 *cm*; unter eine Normalschiene von 9 *m* Länge werden 11 Schwellen verlegt, welche am Stosse 57, sonst 84·3 *cm* von Mitte zu Mitte entfernt sind. Die Höhe der Bettung beträgt 20 *cm* unter dem tiefsten Punkte der Schwellen.

Die Weichen sind Zungenweichen, deren Herzstück wegen den sehr beschränkten Bahnhofsanlagen in den Ortschaften mit einer Steigung von 1 : 7 angenommen wurde. Das abzweigende Geleise erhält einen Krümmungshalbmesser im Scheitel von 88·31 *m* und zwischen Herzstück und Zunge einen solchen von 88·43 *m*; die Curvenlänge des abzweigenden Geleises beträgt 9·413 *m*.

Mit Rücksicht auf die geringere Fahrgeschwindigkeit von 20 *km* in der Stunde wurde die grösste Ueberhöhung in den Curven mit 25, und die grösste Spurweiterung mit 15 *mm* fixiert; sämmtliche Schwellen sind in den Bögen mit Unterlagsplatten versehen.

Die Niveau-Uebergänge werden durch Steinschotter befestigt und die Zwischenräume im Geleise mit diesem Material bis zur Höhe des Schienenkopfes ausgefüllt. Von der Anbringung einer Spurrinne durch Verlegen einer zweiten Schiene wurde hier ganz abgesehen, da eine solche Spurrinne sich meistens durch das überfahrende Fuhrwerk voll Schmutz und Steine setzt und so, da eine Bahnbewachung an keiner Stelle stattfindet, durch welche die Beseitigung des Unrates sofort besorgt werden könnte, zu Entgleisungen Veranlassung geben kann.

An Stellen, wo die Bahn gepflasterte Strassen durchschneidet, werden die Schwellen mit hölzernen Klötzen in Höhe der Pflastersteine versehen, auf welchen Klötzen die Schienen aufgenagelt sind; auch hier hat sich das Fortlassen der Spurrinne aufs beste bewährt.

Die Anlage der schmalspurigen Geleise am Bahnhofe Flensburg der königl. Eisenbahn-Direction Altona war insoferne nicht ohne Schwierigkeit, als sowohl die Rangiergeleise der Staatsbahn als auch eine Anzahl Weichen durchschnitten werden mussten, so dass die Herstellung sehr vieler Kreuzungsstücke und Weichen mit 1, 2 und 3 Zungen erforderlich war. Im übrigen wurde durch das Einlegen einer dritten Schiene in die bestehenden Vollbahngeleise das Schmalspurgeleise gebildet und dadurch ermöglicht, dass die Züge der Schmalspurbahn von dem zweiten Perron der Anschlussbahn abgelassen werden können.

Geleisekreuzung mit der Kiel-Flensburger Eisenbahn.

Die Geleisekreuzung der schmalspurigen Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln und der Kiel-Flensburger Eisenbahn erfolgt nächst der Station Flensburg. Zur Sicherung dieser Niveaukreuzung wurde ein Central-Weichenstellapparat angebracht, mit welchem die erforderlichen Signale verbunden sind. Auf ungefähr 50 *m* beiderseits der Kreuzung sind in das schmalspurige Geleise Weichen mit Stutzgeleisen eingebunden, damit im Falle die Kreuzung für diese Bahn nicht frei wäre, die Züge derselben auf den todten Strang einlaufen könnten.

Diese Weichen sind am Central-Apparate durch einen Blockapparat elektrisch verriegelt, und ist die Bedienung derselben derart geregelt, dass beide Weichen erst dann auf durchgehendes Geleise gestellt werden können, wenn die Station Flensburg der Kiel-Flensburger Bahn, welcher die Sicherung der Kreuzung obliegt, den elektrischen Verschluss derselben aufgehoben hat; erst nach Umlegung der Weichen kann das Signal auf freie Fahrt gestellt werden, wobei gleichzeitig die Weichen mechanisch verriegelt werden.

Mit dem neben der Kreuzungsstelle befindlichen Stationsdeckungssignale ist ein um 300 *m* vorgeschobenes Vorsignal automatisch verbunden, welches ebenfalls vom Centralapparate aus bedient wird; zur Avisierung des Bahnwächters ist ein doppeltöniges Spindelläutewerk aufgestellt, während eine Telefonleitung zur directen Verständigung dient.

Wie aus vorstehendem ersichtlich, ist der Apparat zur Sicherung der Kreuzung ein sehr complicierter und infolge dessen die Bedienung desselben mit erheblichen Kosten verknüpft (gegen 2500 Mk jährlich). Wie Herr Betriebs-Director Kuhrt in seiner Broschüre über die Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kap-

peln mit Recht bemerkt, sollte schon aus diesem Grunde eine solche Niveaukreuzung nnr in den dringendsten Fällen zur Anwendung kommen, ganz abgesehen von den, trotz der grössten Sicherheitsmassregeln stets damit verbundenen Gefahren, welche sich bei einem lebhafteren Verkehre (die normalspurige Kiel-Flensburger Bahn beförderte im Betriebsjahre 1889/90 über jeden Bahnkilometer 262.623 Brutto-Tonnen) naturgemäss noch steigern.

Fahrbetriebsmittel.

Locomotiven.

Die Locomotiven sind dreiachsige Tender-Locomotiven mit aussenliegenden Rahmen und einem äusseren Radstand von 1·800 *m*. Die sämmtlichen Achsen sind gekuppelt und geschieht der Antrieb mittelst eines Balanciers, wobei die Cilinder zur Erzielung einer grossen Hubhöhe in der Mitte der Maschine angebracht sind.

Der Kessel ist für einen effectiven Dampfdruck von 14 Atmosphären construiert. Die Heizfläche der Feuerbüchse beträgt 2·70, diejenige der Siederöhren 22·30 m^2, so dass die totale Heizfläche sich auf 25 m^2 stellt, während die Rostfläche 0·45 m^2 oder $^1/_{55}$ der Heizfläche beträgt. Die Feuerbüchse ist mit umgeflantschten Enden construiert, so, dass die Nietköpfe im Wasserraume und nicht im Feuerraume liegen, wodurch weniger leicht Undichtigkeiten und Risse beim Betriebe vorkommen. Das Material der Feuerbüchse ist hier, statt wie in der Regel aus Kupfer, aus Homogenstahl gefertigt, welches Metall ausser grosser Dauerhaftigkeit den Vorteil gewährt, dass eine geringere Anzahl Stehbolzen erforderlich ist, wodurch die Reinigung des Kessels wesentlich erleichtert wird. Der Dampfdom ist sehr gross, so dass bei mittlerem Wasserstande der Dampfraum des Kessels 470 *l*, der Wasserraum dagegen 840 *l* beträgt.

Der Wasserkasten, für 1600 *l* Inhalt liegt zwischen dem Rahmen unterhalb der Plattform an beiden Enden der Maschinenwand, und sind beide Theile des Wasserkastens durch ein Rohr unter einander verbunden. Die Entnahme des Speisewassers für Pumpe und Injector geschieht im hinteren Theile des Reservoirs, während im vorderen Theile sich ein Wasseroberflächen-Condensator befindet, in welchen der Abdampf der Maschine geleitet werden kann, um diesen beim Durchfahren der Ortschaften, deren Gebäude mit Stroh gedeckt sind, zu condensieren. Durch das Condensieren des Dampfes wird der Zug im Kamin aufgehoben und dadurch etwaiger Funkenflug gänzlich vermieden. Der etwa nicht condensierte Dampf wird durch ein Rohr auf das Dach geleitet, um einem Gegendrucke im Condensator und Cilinder zu begegnen. An der Rauchkammer ist ein Dreiwegshahn angebracht, welcher den Abdampf entweder in den Schornstein oder in den Condensator, oder aber theils zum Schornstein theils zum Condensator führt.

Das Triebwerk ist durch eine Verkleidung verdeckt, welche dasselbe gegen Staub schützt und auch den Nutzen gewährt, dass die den Zug begegnenden Pferde weniger leicht scheu werden.

Die sämmtlichen Hebel und Handgriffe zur Bedienung der Locomotive sind doppelt auf beiden Maschinenenden angebracht, so dass dieselbe in beiden Richtungen gleich bequem mit den Führer vorne gefahren werden kann.

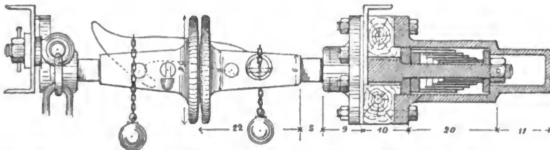
Die Maschine wiegt leer 12·5, im Dienste 15·0 *t* und befördert auf der Steigung von 25 ‰ eine Bruttolast von 45 *t*.

Die sonstigen Abmessungen dieser Locomotiven sind:

Cilinder-Durchmesser	240	*mm*
Kolbenhub	350	„
Raddurchmesser	750	„
Radstand	1800	„

Personen- und Güterwagen.

Die Personenwagen sind zweiachsig und nach dem Intercommunications-Systeme mit Coupé-Eintheilung erbaut; in jedem Wagen finden 24 Personen Platz, wovon auf die II. Classe 6 Plätze in einem, und auf die III. Classe 18 Plätze in 3 Coupés entfallen.



Centrale Zug- u. Stossvorrichtung der Kreis-Eisenbahn Flensburg-Kappeln.

Die Länge der Wagen beträgt von Puffer zu Puffer 8·20, der Radstand 2·70 *m*, das Eigengewicht 5300 *kg*. Die Wagen werden mit Oellampen beleuchtet und besitzen eine Heizvorrichtung für comprimirte Kohle.

Die Güterwagen haben einen Radstand von 2·30 *m* und eine Tragfähigkeit von 5000 *kg*; die gedeckten Wagen sind 3.310, die offenen 2.760 *kg* schwer.

Betriebsdienst.

Der innere und äussere Stationsdienst auf dem Personenbahnhofe Flensburg wird durch Organe der Staatsbahn besorgt, wofür eine fixe Summe von jährlich 3000 Mk an die Staatsbahnverwaltung gezahlt wird. Der Dienst an der Niveaukreuzung der Kiel-Flensburger Eisenbahn wird von Organen der letzteren ausgeübt.

Auf sämmtlichen Zwischen-Stationen, deren die Kreis-Eisenbahn 22 besitzt, wird der Bahnhofsdienst als Nebenamt durch die Besitzer der Gasthöfe, welch' letztere als Bahnhofs-Gebäude dienen, versehen, ganz in derselben Weise, wie die Post und Postämter auf dem platten Lande durch zuverlässige Personen, welche diesen Dienst als Nebenerwerb benützen, verwalten lässt.

Die Kreis-Eisenbahn wurde von vornherein auf dieses Verwaltungs-System hin angelegt, da nur bei Anwendung eines solchen den Wünschen der einzelnen Gemeinden Rechnung getragen werden konnte, welche eigene Bahnhöfe beanspruchten, um daraus den grösstmöglichsten Nutzen zu ziehen. So kam es, dass auf je 2—3 *km* Entfernung Bahnhöfe errichtet werden mussten, welche nur eine einfache und billige Verwaltung gestatteten.

Der Dienst der in den Nebenämtern beschäftigten Personen beschränkt sich vorzugsweise auf den inneren Bahnhofsdienst, wie Güter-Expedition und Fahrkarten-Verkauf. Während der Anwesenheit eines Zuges auf der Station ist der Zugsführer für den äusseren Bahnhofsdienst und die Expedition der Züge verantwortlich.

Zwischen der Kreis-Eisenbahn-Verwaltung und dem Gastwirte, welcher sich zur Uebernahme der Einrichtung und Verwaltung einer Station bereit erklärte, wurden bestimmte Verträge abgeschlossen, wonach der Gastwirt als *solcher* etwa folgendes zu leisten hat: er stellt die erforderlichen Warteräume II. und III. Classe, einen Packraum für die Güter nebst Decimalwage und die Closets zur Verfügung, und besorgt die Beleuchtung genannter Räume, des Perrons und der Weichen, sowie die Reinigung der Warteräume. Es wird vorausgesetzt, dass er alle Einrichtungen und Leistungen im eigenen Interesse möglichst vollständig besorge.

Als Organ des Nebenamtes besorgt der Gastwirt

1. Die Ausgabe der Billets, die Annahme und Ausgabe des Gepäcks und der Güter, die Ausstellung der Frachtbriefe und die Einhebung der Frachtgebühren.

2. Bei Annäherung des Zuges hat derselbe Signal zu geben, die Weichen zu bedienen, und beim Ein- und Ausladen der Güter zugegen und behilflich zu sein.

3. Die Reinigung des Bahnhofes und der Zufahrtswege, die Controle über die richtige Stellung der Weichen, die Freihaltung des Geleises, sowie überhaupt die Ausübung der Bahnpolizei auf dem Bahnhofe.

4. Wo eine Telefon-Station eingerichtet ist, die Bedienung des Apparates.

Für seine Mühewaltung erhält der Stationsbeamte eine Entschädigung, welche 5% der Einnahme aus dem Güterverkehre seiner Station betragen soll, u. z. mindestens 30 und höchstens 200 Mk pro Jahr.

Diese Entschädigung mag im ersten Augenblicke gering erscheinen, mit Rücksicht auf die Dichtigkeit der Stationen ergibt sich hieraus jedoch immerhin ein nennenswerter Betrag, der eine wesentliche Steigerung nicht vertragen kann, wenn das Unternehmen nicht überlastet werden soll; und da die Haupteinnahme dieses Organes aus der Frequenz der Gastwirtschaft durch das reisende Publicum resultiert, so war andererseits auch nicht erforderlich, eine höhere Entschädigung für die verhältnismässig geringe Mühewaltung der Bahnagenturen zu bezahlen.

Betriebs-Resultate.

Das Anlage-Capital beträgt 24.381 Mk per Bahnkilometer.
Auf einen Kilometer Betriebslänge entfallen

0·11 Locomotiven,
0·61 Personenwagen-Achsen,
1·46 Güterwagen- »

Im Jahre 1890 wurden geleistet:

Locomotiv Kilometer im ganzen 162.704, per Maschine 27.117,
Personenwagen-Achskilometer 771.502,
Güterwagen- » 597.400,

und auf den Betriebskilometer vertheilt

3.101 Zugskilometer,
14.836 Personenwagen-Achskilometer,
11.488 Güterwagen- » , einschliesslich

der Postwagen aber 30.447 Wagen-Achskilometer.
Befördert wurden:

276.394 Personen und
16.758 *t* Güter.

Ueber jeden Bahnkilometer wurden 66.929 Personen und 11.348 *t* Güter geführt; jede bewegte Personenwagen-Achse war durchschnittlich mit 4·51 Personen (37·5%) besetzt, die Tragfähigkeit der Güterwagen wurde mit 41·20% ausgenützt.

Die Einnahmen betrugen:

aus dem Personen-Verkehre im ganzen	108.155 Mk,	
per Bahnkilometer	2.079 »,	
» Personenkilometer	—	3·10 Pf,
in % der gesammten Einnahme . . .	62·6%	
aus dem Güterverkehre im ganzen . .	59.381 Mk,	
per Bahnkilometer	1.142 »,	
» Achskilometer	—	9·95 Pf,
» Tonnenkilometer	—	10·06 »,
in % der gesammten Einnahme . . .	34·4%	
und sonstigen Quellen	5.245 Mk,	
per Bahnkilometer	101 »,	
Totale der Einnahmen	172.781 »,	
per Bahnkilometer	3.322 »,	
» Achskilometer	—	10·91 Pf.

Die Ausgaben vertheilen sich:

	im ganzen	per Bahn-kilometer	per Achs-kilometer	in % der Betriebs-kosten
	Mk	Mk	Pf	
allgemeine Verwaltung	19.188	369	1·21	14·88
Bahnaufsicht und Bahnerhaltung	26.728	514	1·68	20·73
Verkehrs-und commercieller Dienst	23.481	451	1·48	18·21
Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst	59.555	1.145	3·76	46·18
Totale der Betriebskosten	128.952	2.479	8·13	.

Der Betriebs-Cöefficient beträgt 74·63%, und hat sich das Anlage-Capital mit 3·45% verzinst.

Strassenbahn Frauenfeld-Wyl.

Die Strassenbahn Frauenfeld-Wyl verbindet den Bahnhof Frauenfeld der schweizerischen Nordostbahn (Linie Zürich-Romanshorn) mit der Station Wyl der vereinigten Schweizerbahnen (Linie Winterthur-St. Gallen). Diese Bahn hat 1·00 *m* Spurweite und eine Baulänge von 17·640 *km*, wovon auf die Tramway-Strecke Frauenfeld N. O. B.-Frauenfeld Stadt 573 *m* entfallen; die Linie soll in einer Länge von weiteren 24 *km* in der Richtung nach dem Untersee und Rhein fortgeführt werden.

Unterbau.

Die Trace benützt auf eine Länge von 14·670 *km* den Strassenkörper; in der Strecke mit eigener Bahnanlage entfallen auf Einschnitte 850, auf Dämme 2120 *m*.

Die Kronenbreite des Erddammes beträgt 3·20, die der Bettung 2·20 *m* bei einer Stärke von 25 *cm*. Die auf die Führung der Trace im Strassenkörper Bezug habenden Bestimmungen lauten:

Der äussere Schienenstrang sollte mindestens 1·20 *m* vom früheren Strassenrande entfernt sein, der innere Strang (Strassenschiene) dagegen 5·00 *m* vom anderseitigen Strassenrande. Weiters war Bedingung, dass der Raum zwischen den Geleisen für den Notfall fahrbar sei, weshalb derselbe eingeschottert werden musste; allerdings wird diese Ausfüllung zwischen den Schienen bei Schneefällen sehr lästig.

Die Strassenbahn Frauenfeld-Wyl zählt im ganzen 59 Wegübergänge; die Durchlässe und Brücken sind Strassen-Objekte, von denen eine Brücke mit eisernen Längsträgern und 12·8 *m* Weite durch Einschiebung zweier Träger verstärkt werden musste.

Richtungs- und Steigungs-Verhältnisse.

In der Geraden liegen 13·400, im Bogen 4·240 *m*. Der Minimal-Radius beträgt für die Tramway-Strecke 35, für die offene Linie 75 *m*; die Weichen-Curven erhalten 50 *m* Radius.

Oberbau.

Derselbe besteht aus 8 *m* langen Vignoles-Schienen von 95 *mm* Höhe und 70 *mm* Fussbreite bei 15·95 *kg* Gewicht per laufenden Meter. Die Schwellen sind nicht imprägnirte Eichenholzschwellen aus dem Elsass, 1·60 *m* lang und 0·12×0·15, bezw. 0·18×0·20 stark. Da sich dieser Oberbau für die, auf der Eisenbahn Frauenfeld-Wyl zur Anwendung gelangende Belastung und Fahr-

geschwindigkeit zu leicht erwies, so wurde für Neuanschaffungen und Erneuerungen ein schwereres Profil vorgesehen, u. z. Schienen von 23·6 *kg* Gewicht, 108 *mm* Höhe und 90 *mm* Fussbreite, dazu entsprechend schwereres Kleinmaterial und stärkere Schwellen; solche Schienen wurden vorläufig für 1500 *m* Geleise angekauft und in die stärkeren Curven und andere Stellen mit hoher Beanspruchung eingelegt.

Die Tramwaystrecke besitzt Demerbe-Rillenschienen, welche 10 *m* lang, 132 *mm* hoch und 33·2 *kg* schwer sind. In den an der currenten Strecke gelegenen Ortschaften wurde vielfach das Einlegen dieser Schienen statt Vignolesschienen verlangt, um das Fahren über die Geleise zu erleichtern; diesem Ansuchen konnte die Verwaltung nicht entsprechen, weil bei der Demerbe-Schiene die Zugswiderstände ausserordentlich erhöht werden und die engen Rillen namentlich in Winter, wo bei Schneefällen der Betrieb ohnehin mit manchen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, ein völliges Hemmnis für das Fortkommen der Züge bilden würden.

Die Stationen zählen 20 mit Signalkörpern versehene Vignoles- und 3 Demerbe-Weichen; die Nebengeleise bilden 11% des Hauptgeleises.

Locomotiven.

Die Strassenbahn Frauenfeld-Wyl besitzt 4 Tender-Locomotiven mit 3 gekuppelten Achsen und 80 H P Stärke. Ihre ganze Länge beträgt 5·45, die Breite 2·20, die Höhe mit Kamin 3·40, der Raddurchmesser 0·75, der Radstand 1·80 *m*, Cilinder-Durchmesser 240, Kolbenhub 350 *mm*, die Rostfläche 0·55, die totale Heizfläche 26·40 m^2.



Locomotive der Strassenbahn Frauenfeld-Wyl (1·00 m Spur).
Schweiz. Locomotiv- & Maschinenfabrik in Winterthur.

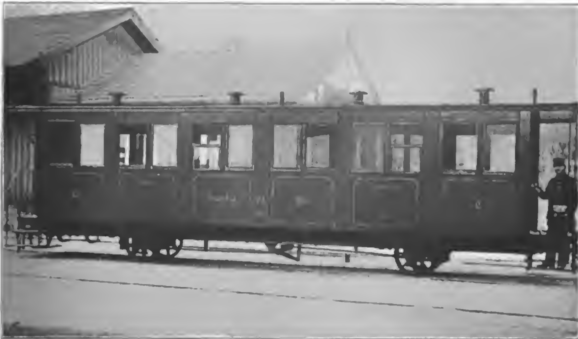
Die Maschinen wiegen leer 12·2, ausgerüstet 15·75 *t* und haben einen Maximal-Ueberdruck von 14 Atmosphären. Sie sind mit der Spindel- und Hardy-Bremse, sowie der Einrichtung zur Heizung der Wagen mit Dampf, und dem Haushälter'schen Geschwindigkeitsmesser ausgerüstet. Das Rollmaterial hat Steifkupplung ohne Puffer.

Personen- und Güterwagen.

Die Personenwagen sind zweiachsig mit Stirn-Plattformen und Längsgang; die Stuhlung ist querlaufend.

Die älteren Wagen haben 8·30 *m* Länge, 2·24 *m* Breite uud 2·03 *m* Höhe, einen Radstand von 3·20 *m*, und fassen bei einer Tara von 4·2 *t* 6 Passagiere II., 21 Passagiere III. Classe; die Wagen III. Classe enthalten 30 Sitzplätze.

Die im Jahre 1890 gelieferten Personenwagen von 10·8 *m* Länge und 5·20 *m* Radstand sind 6·18 *t* schwer; dieselben nehmen 6 Passagiere II. und 30 Passagiere III. Classe auf. Die Passierung der scharfen Curven wird durch Anwendung der Neuhauser patentierten Achsbüchsen mit verschiebbaren Achslagern ermöglicht; im oberen Theile derselben befindet sich eine schwalbenschwanzförmige Gleitfläche, in welcher sich eine Scheibe, die in ihrer Mitte den Zapfen des Achslagers fasst, hin und her bewegt. Solche Achsbüchsen werden mit links- und rechtsläufigen Gleitfächen construirt.



Personenwagen II., III. Cl., 10·80 m lang, 5·20 m Radstand.
Schweiz. Industrie-Gesellschaft in Neuhausen bei Schaffhausen.

Alle Personenwagen werden mit Dampf geheizt; die Beleuchtung erfolgt mit Petroleum-Lampen.

Die Güterwagen sind ebenfalls zweiachsig, mit einseitiger Plattform, Spindel- und Hardybremse; die Gepäckswagen haben eine doppelseitige Plattform, deren für die Post bestimmte Abtheilung mit Dampf geheizt wird. Diese

Wagen sind 6·8 *m* lang und 3·5 *t* schwer; der Radstand beträgt 2·8 *m*, die Tragfähigkeit 5·0 *t*.

Tarife.

Per Person und Kilometer werden eingehoben:

in der II. Classe für die einfache Fahrt 10 cent = 8·0 Pf, für die Hin- und Rückfahrt 15 cent = 12·0 Pf,

in der III. Classe für die einfache Fahrt 7 cent = 5·6 Pf, für die Hin- und Rückfahrt 10·5 cent = 8·4 Pf.

Die Billets für Hin- und Rückfahrt geniessen eine Ermässigung von 25% auf die Taxe für zwei einfache Fahrten und haben zweitägige Giltigkeit.

Abonnementsbillets zu ermässigten Preisen werden ausgegeben:

Für eine bestimmte Person auf 3 Monate gegen Entrichtung der 40-fachen Taxe für Hin und Rückfahrt, auf 6 Monate bei 70-facher Taxe, auf 12 Monate bei 100-facher Taxe;

auf den Inhaber lautend für 12 einfache Fahrten mit 5% Rabat auf der halben Taxe, für Hin- und Rückfahrt, 3 Monate giltig; für 24 einfache Fahrten mit 10% Rabat, 3 Monate giltig; für 48 einfache Fahrten mit 20% Rabat auf der halben Retourtaxe, 1 Jahr giltig.

Fast die ganze einheimische Bevölkerung fährt mit solchen Karten zu 48 Fahrten.

Ausserdem gelangen ermässigte Billets für Schüler (am Sonntage ungiltig), dann für Gesellschaften und Schulfahrten zur Ausgabe.

Gepäcks-Tarif: für 100 *kg* und 1 *km* 5 cent=4·0 Pf.

Güter-Tarif: demselben sind die Tarif-Vorschriften nebst Waren-Classification der schweizerischen Reformtarifbahnen zu Grunde gelegt.

Für den Gepäck-, Thier- und Güter-Transport wird die Tarifdistanz durch Zuschlag von 20% zur wirklichen Entfernung ermittelt und aufgerundet..

Expeditions-Dienst.

In der Station Wyl werden die Geschäfte der Strassenbahn Frauenfeld-Wyl vom Personale der Vereinigten Schweizerbahnen gegen eine jährliche Entschädigung von 2.200 frcs=1760 Mk besorgt, wozu noch 1300 frcs=1040 Mk für Local- und Bodenmiete kommen. Die Strassenbahn beschäftigt in Wyl nur einen Schaffner, welchem das Umladen, die Wagenreinigung und der Weichenwärter-Dienst obliegt.

Ebenso werden in Frauenfeld N. O. B. die Expeditionsgeschäfte im Personen-, Gepäcks- und Thierverkehre von der Nordostbahn abgewickelt, wofür 30 frcs=24 Mk monatlich gezahlt werden. Die sonstige Güter-Manipulation erfolgt in der Station Frauenfeld Stadt.

Die Zwischenstationen und Haltestellen sind als Nebenämter organisiert, und erhalten die mit der Expedition betrauten Organe monatlich 20–60 frcs (16—48 Mk) Entlohnung.

Sämmtliche Stationen und Haltestellen sind bis auf eine mit einander telefonisch verbunden. Den Unterhalt der Telefonleitung, welche an den Säulen

der öffentlichen Telegrafenlinie längs der Strasse befestigt ist, besorgt die Telegrafen-Verwaltung gegen ein Jahrespauschale von 10 frcs (8 Mk) pro Kilometer.

Fahrdienst.

Bei jedem Zuge befindet sich in der Regel nur ein Zugsführer, da die Bedienung der Bremsen von der Locomotive aus erfolgt.

Die Züge verkehren mit einer Maximal-Geschwindigkeit von 28 *km* in der Stunde; die Belastung beträgt bis zu 20 Achsen, in der Strecke Frauenfeld N. O. B. — Frauenfeld Stadt werden jedoch nur der Gepäcks- und ein Personenwagen dem Zuge beigegeben.

Die Strecke wird jeden Morgen vor dem ersten Zuge begangen; für je 6 *km* Bahnlänge sind eigene Bahnaufseher angestellt, welche gleichzeitig zur Aushilfe im Fahrdienste herangezogen werden.

Kleinere Reparaturen an den Fahrbetriebsmitteln werden in der eigenen Werkstätte besorgt, grössere aber in der Locomotiv-Fabrik Winterthur oder in den Werkstätten der Anschlussbahnen ausgeführt.

Unfall-Versicherung.

Das Personal ist gegen die Folgen von Unfällen bei der Unfall-Versicherungs-Gesellschaft in Zürich versichert, ebenso die Passagiere und Passanten; für erstere werden 20‰ der Arbeitslöhne, für letztere 15‰ der Brutto-Einnahme aus dem Personenverkehre als Prämie entrichtet.

Betriebs-Ergebnisse.

Der Stand des Rollmaterials betrug 1890 für den Kilometer Betriebslänge

0·22 Locomotiven,
1·11 Personenwagen Achsen (16·83 Sitzplätze),
1·78 Güterwagen-Achsen.

Die Locomotiven haben 74.469 Nutzkilometer, und im ganzen 78.345 Locomotiv-Kilometer (per Maschine 19.586 *km*), die Personenwagen 303.624 (per Achse 15.180), die Güterwagen 280.220 (per Achse 8.756) Achskilometer geleistet. Ueber die ganze Strecke haben täglich 11·31 Züge zu 31·4 *t* Belastung verkehrt.

Befördert wurden:

4.043 Passagiere II. Classe,
169.488 » III. » und
10.108 *t* Güter.

Jeden Bahnkilometer haben

91.177 Personen und
4.778 *t* Güter

passiert. Jede bewegte Achse war mit 5·40 Personen (35·6%) besetzt, und wurde die Tragfähigkeit der Güterwagen mit 12·4% ausgenützt.

Aus dem Personen-Verkehre resultierte eine Einnahme von 70.514 Mk, aus dem Güter-Verkehre von 21.660 Mk.

Auf die Einheiten reduciert stellt sich die Einnahme per Bahnkilometer auf 5.132 Mk, auf den Achskilometer auf 15·82 Pf.

Im ganzen wurden 92.370 Mk eingenommen; die Gesammt-Ausgaben belaufen sich auf 67.925 Mk.

Die Betriebs-Ausgaben vertheilen sich:

	im ganzen	per Bahn-kilometer	per Achs-kilometer	in % der reinen Betriebs-kosten
	Mk	Mk	Pf	
allgemeine Verwaltung	5.051	281	0·86	7·97
Bahnaufsicht und Bahnerhaltung . .	10.579	588	1·81	16·69
Verkehrs-und commercieller Dienst . .	18.902	1050	3·24	29·82
Zugförderungs-und Werkstätten-Dienst .	28.851	1603	4·94	45·52

Der Betriebs-Cöefficient beträgt 68·61%; das Anlage-Capital (31.437 Mk per Bahnkilometer) hat sich mit 4·32% verzinst.

Die Eisenbahnen Menaggio-Porlezza und Ponte Tresa-Luino.

Keine Adhäsionsbahn hat wohl mit schwierigeren Betriebs-Verhältnissen zu kämpfen, wie diese beiden am Lugano-See gelegenen, mit einer Spurweite von 85 *cm* ausgeführten Eisenbahnen. Die speziell auf der 12·241 *km* langen Linie Menaggio-Porlezza vorkommenden äusserst steilen Rampen belasten die Ausgabenziffer um so nachhaltiger, als die Trace in der Richtung von Menaggio bis zur Wasserscheide mit 50·09, 50·03, 47·0 und 34·4‰ (178·5 *m* Höhenunterschied bei 4·1 *km* Länge), in der Gegenrichtung aber bis mit 40‰ ansteigt.

In der Horizontalen liegen blos 14·8% der ganzen Länge, dagegen in

der Steigung	bis zu	10‰	15·1 »
»	» »	20 »	14·7 »
»	» »	30 »	10·3 »
»	» »	40 »	20·2 »
»	» »	50 »	24·9 »

In der Geraden liegen 69·9, in Krümmungen 30·1%; von Curven kommen vor

1	mit	501	*m*	Radius,
14	»	300	»	»
3	»	250	»	»
7	»	200	»	»
4	»	150	»	»
16	»	100	»	»
8	»	80	»	»
11	»	60	»	»
9	»	50	»	»

Die Linie Ponte Tresa-Luino überwindet bei einer Länge von 12·232 *km* einen Höhenunterschied von 76·24 *m*. Die grösste Steigung beträgt 31·58‰, und vertheilen sich die Steigungsverhältnisse wie folgt:

horizontal		auf	26·20%	der ganzen Länge,
bis zu	10‰	»	27·42 »	
» »	20 »	»	23·09 »	
» »	30 »	»	18·51 »	
» »	31·58 »	»	4·61 »	

In der Geraden liegen 61·9, in Krümmungen 38·1%; von letzteren entfallen

1 Bogen	mit	1000	*m*	Radius,
2 Bögen	»	500	»	»
3 »	»	300	»	»
3 »	»	250	»	»

1	Bogen	mit	230	*m*	Radius
1	»	»	225	»	»
7	»	»	200	»	»
4	»	»	150	»	»
31	»	»	100	»	»
4	»	»	80	»	»
3	»	»	70	»	»
1	»	»	65	»	»
15	»	»	60	»	»
25	»	»	50	»	»

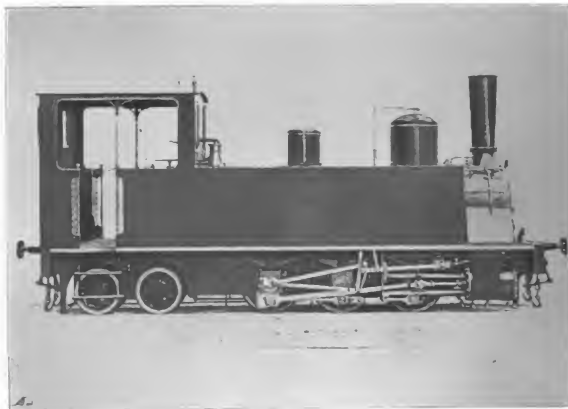
Der Unterbau wurde mit 3·40 *m* Kronenbreite ausgeführt; die Höhe der Bettung beträgt 35 *cm*.

Die Stahlschienen sind 9 *m* lang, 11 *cm* hoch uud wiegen 22·6 *kg* für den laufenden Meter.Unter eine Schiene werden 11 Schwellen von 1·60×0·13×0·16 *m* eingezogen.

Zwischen zwei Contracurven werden Gerade von mindestens 14 *m* Länge eingeschaltet; die grösste Ueberhöhung beträgt 8 *cm*, und werden die Schienen behufs Verhinderung von Spurerweiterungen in Bögen von 50—70 *m* Radius durch 5, in flachen Curven durch 3 Spurstangen verbunden.

Locomotiven.

Von Locomotiven stehen zwei Typen in Verwendung, und zwar Tender-Locomotiven mit drei gekuppelten Achsen, und eben solche, mit zwei rückwärtigen, zu einem Truckgestelle vereinigten Laufachsen und 135 H P Stärke.



Tender-Locomotive mit Drehgestelle.
Maschinenfabrik Esslingen in Esslingen.

Die Dimensionen dieser Locomotiven sind:

		ohne Laufachsen	mit Drehgestell
Cilinder-Durchmesser	*mm*	300	300
Kolbenhub	»	400	400
Treibrad-Durchmesser	»	800	800
Durchmesser der Laufräder	»	—	610
Gesammter Radstand	*m*	1·860	4·140
Rostfläche	m^2	0·598	0·712
Directe Heizfläche	m^2	2·862	2·587
Gesammte »	»	31·745	43·291
Länge des Rundkessels	*m*	2·260	3·050
Ueberdruck im Kessel	Atm	10	10
Gewicht der Maschine: leer	*t*	14·17	16·18
im Dienste	»	17·75	20·90
Adhäsions-Gewicht	»	17·5	17·10
Fassungsraum: Wasser	m^3	1·9	2·77
Kohle	»	0·5	0·50
Der Locomotive grösste Länge	*m*	5·11	7·45
Breite	»	2·00	
Höhe über Schienen-Oberkante	»	3·45	

Diese Locomotiven, mit welchen eine Fahrgeschwindigkeit bis zu 30 *km* erzielt werden kann, verkehren auf beiden Linien mit einer Geschwindigkeit von 18 *km* in der Stunde, und befördern in der Steigung von 30‰ Züge von 50, über 50‰ aber Züge von 30 *t* Belastung.

Wagen.

Die Wagen sind auf Truckgestellen gebaut, und wurden theils in Venedig theils in Neuhausen (Schweiz) beschafft.

Die Personenwagen I. Cl. fassen 24 Personen (6·4—6·5 *t* Tara), die Personenwagen II. Cl. aber 40 Personen bei einer Tara von 5·8 *t*. Der Radstand (Mitte zu Mitte der Drehgestelle) beträgt bei der in Venedig construierten Type 5·50 *m*, bei der Type Neuhausen 6·00 *m*.

Die Güterwagen haben eine Tragfähigkeit von 10.000 *kg* und eine Tara von 4·5 bezw. 5·0 *t*. Die ganze Länge des Wagens beträgt 9·70 *m*, der Radstand des einzelnen Trucks 0·95 *m*, die Entfernung der beiden Drehgestelle (Mitte zu Mitte) 5·00 *m*; der Wagenkasten selbst ist 7·50 *m* lang, 1.95 *m* breit; die Bordwände der offenen Wagen sind 1·00 *m* hoch.

Betriebs-Resultate.

Im Jahre 1891 wurden auf der Linie Menaggio-Porlezza 64.237 Personen befördert und hiefür 76.110 Mk eingenommen; aus dem Gepäcks- und Güter-

Transporte resultierte eine Einnahme von 13.115 Mk, somit im ganzen von 89.225 Mk.

Die Betriebs-Ausgaben beliefen sich auf 65.262 Mk; der Betriebs-Coëfficient beträgt demnach 73·1%.

Auf der Linie Ponte Tresa-Luino wurden aus der Personen-Beförderung

(38.308 Passagiere)	39.245 Mk,
aus dem Gepäcks- und Güter-Verkehre	17.243 „
somit im ganzen	56.488 Mk

eingenommen, wogegen die Betriebs-Ausgaben 53.064 Mk, und der Betriebs-Coëfficient 93·9% betrugen.

Das Anlage-Capital hat sich verzinst:

Bei der Linie Menaggio-Porlezza (91.056 Mk per Kilometer) mit 2·1%, bei der Linie Ponte Tresa-Luino (92.502 Mk per *km*) mit 0·3%.

Angesichts der aussergewöhnlich starken Steigungen seien hier die Kosten für die Erhaltung des Oberbaues, sowie für Locomotiv-Feuerung speciell ausgewiesen; die ersteren betrugen auf beiden Linien per Kilometer Bahnlänge durchschnittlich 410·8 Mk, die letzteren per Locomotiv-Kilometer 19·1 Pf, was mit Rücksicht auf die vorangeführten Leistungen und die äusserst schwierigen Betriebs-Verhältnisse als ein überraschend günstiges Resultat bezeichnet werden muss.

Personenwagen I. Cl. 10·50 m lang (24 Sitzplätze.).
Schweiz. Industrie-Gesellschaft Neuhausen bei Schaffhausen.

Die schmalspurigen Linien der Localbahn-Actien-Gesellschaft in München.

Das Betriebs-Capital dieser Gesellschaft, deren Wirkungskreis sich sowohl auf Deutschland wie auf Oesterreich-Ungarn erstreckt, ist angelegt:

1. in solchen Bahnen, welche die Unternehmung aus eigenen Mitteln hergestellt hat und als Concessionärin betreibt,

2. in Bahnen, welche von der Gesellschaft erbaut wurden, aber als selbständige Actien-Unternehmungen existiren und von welchen dieselbe durch Ueberlassung des Prioritäts-Actien-Capitals für die Bauausführung entlohnt wurde.

Zu den ersteren gehören einige Localbahnen in Deutschland, mit Ausnahme der grossherz. sächsischen Feldabahn, welche von der Gesellschaft blos gepachtet wurde, zu der zweiten Categorie einige Localbahnen in Oesterreich-Ungarn.

Im Betriebe standen mit Ende des Jahres 1891 bereits 548·68 *km* solcher Eisenbahnen; von diesen sind schmalspurig angelegt worden:

a) in Deutschland:

die Felda-Bahn in Sachsen-Weimar, . . .	44·09 *km*	lang, Spurweite	1·00 *m*,
Ravensburg-Weingarten in Württemberg .	4·17 „	„ „	1·00 „
Walhalla-Bahn (Stadtamhof-Donaustauf) in Bayern	8·79 „	„ „	1·00 „

b) in Oesterreich-Ungarn:

Die Salzkammergut-Localbahnen, jedoch nur insoferne, als die Gesellschaft im Besitze der sämmtlichen bis nun emittirten Prioritäts-Actien ist. Diese Localbahnen werden im ganzen 66 *km* Länge erhalten; derzeit sind nur die 9·67 *km* lange Theilstrecke Ischl-Strobl, sowie Salzburg-Mondsee mit 31·20 *km* Länge, 76 *cm* Spurweite, im Betriebe.

Betriebs-Ergebnisse 1891.

	Felda-Bahn	Ravensburg-Weingarten	Walhalla-Bahn	Ischl-Strobl	Salzburg-Mondsee $^{28}/_{7}$—$^{31}/_{12}$
Eröffnungs-Termin	22/6·1879 u 24/6·1880	6/1·1888	23/6.1889	5/8·1890	28/7·1891
Baulänge . . . km	44·089	4·175	8.787	9·668	31·486
grösste Steigung . . . ‰	40	37·03	33.33	25	25
kleinster Radius . . . m	57	44	37	60	75
Spurweite . . . »	1·00	1·00	1·00	0·76	0·76
Nutzkilometer	104.331	28.712	42.624	41.336	46.165
Wagen-Achskilometer	1,117.479	142.176	282.384	303.312	432.664
Befördert wurden: Personen	92.531	213.164	128.242	70.657	40.946
Personen-Kilometer	1,119.873	844.773	924.639	525.679	873.198
Specifischer Personenverkehr	25.452	211.193	102.738	52.568	27.888
Güter . . . *t*	28.279	816	ohne Güter-verkehr	182	2.418
Tonnenkilometer	750.370	3.262		1723	46.780
Specifischer Güterverkehr . . . *t*	17.054	816		172	1559
Betriebs-Einnahmen aus der Beförderung von:					
a) Personen-und Gepäck . . . Mk	47.330	34.222	35.661	45.686	52.203
b) Gütern . . . »	72.334	2.265	—	920	11.790
c) sonstige Einnahmen . . . »	6.090	2.834	2.143	—	—
Gesammt-Einnahmen . . . »	125.754	39.321	37.804	46.606	63.993
Auf einen Bahnkilometer entfallen . Mk	2.858	9.830	4.200	4.660	4.923
und zwar: aus der Personen-Beförderung »	1.075	8.556	3.962	4.568	4.016
» » Güter- » . . . »	1.644	566	—	92	907
» sonstigen Guellen . . . »	138	708	238	—	—
und in Procenten der Gesammt-Einnahmen:					
Personen-Verkehr . . . %	37·64	87·03	94·33	98·03	81.58
Güter- » . . . »	57·52	5·76	—	1·97	18.42
diverse Einnahmen . . . »	4·84	7·21	5·67	—	—
Eingehoben wurde durchschnittlich:					
per Personenkilometer . . . Pf	4·16	3·97	3·77	8·6	6.0
» Tonnenkilometer . . . »	9·64	69.44	—	52·2	25.2
Betriebs-Ausgaben:					
a) Allgemeine Verwaltung . . Mk	7.284	2.424	3.091	—	—
b) Bahnverwaltung: . . . »	16 760	2.283	2.589	2.380	4·828
c) Stations-, Fahr-und Zugförderungs-Dienst . . . »	62.695	16.738	16.686	19.636	30.889
Total-Ausgabe . . . »	86.739	21.445	22.366	22.016	35.717
oder per Bahnkilometer . . . »	1.971	5.361	2.485	2.202	2.748
Verhältnis der Ausgaben zu den Einnahmen	68·97	54·54	59·16	47·23	55·81
Ueberschuss . . . Mk	39.015	17.876	15.437	24.590	28.276

Bei dieser Gelegenheit sei des auf der Walhalla-Bahn eingeführten, ausserordentlich billigen Einheitssatzes von 1 Pf per Person und Kilometer, wie er für Arbeiter zur Anwendung gelangt, gedacht.

Die Gesellschaft ist gegen die Folgen von Unfällen, welche Passanten oder Passagieren beim Bahnbetriebe etwa zustossen sollten, versichert.

Die für das Jahr 1891 zur Auszahlung gelangte Dividende betrug $6^1/_2$ %.

Locomotiven.

Die Hauptabmessungen der auf den einzelnen Linien in Verwendung stehenden Locomotiven sind:

		Ravensburg-Weingarten	Walhalla-Bahn
Der Locomotiven: grösste Länge	*mm*	4700	4130
Breite	»	2510	2100
Höhe	»	3450	3400
Dienstgewicht	*t*	13·3	11·54
Cilinder-Durchmesser	*mm*	225	225
Kolbenhub	»	350	300
Rad-Durchmesser	»	840	750
Fester Radstand	»	1800	1500
Anzahl der gekuppelten Achsen		2	2
Dampfdruck	Atm.	14	15
Zugkraft	*kg*	1490	1520
Heizfläche	m^2	23·52	18·60
Rostfläche	»	0·43	0·35
Fassungsraum: Wasser	m^3	1·12	1·10
Kohle	»	0·60	?
sonstige Ausrüstung		Schmidbremse, Geschwindigkeits-messer (Klose), Coke-feuerung	Schmidbremse

Die Locomotiven der Salzkammergut-Localbahnen sind dreifach gekuppelte Tender-Locomotiven mit combiniertem Drehgestelle, deren hintere Kuppelachse um 25 *mm* verschiebbar ist; sie passieren Curven von 50 *m* Radius.

Diese Locomotiven haben ein Dienstgewicht von 23·4, ein Adhäsionsgewicht von 19 *t* und eine Zugkraft von 2520 *kg*. Der Raddurchmesser ist mit 800 *mm*, der Radstand mit 4·000 *m* bemessen.

Die Fahrgeschwindigkeit beträgt:

bei der Felda-Bahn 26 *km*,
Ischl-Strobl 25 »
bei den übrigen Schmalspurbahnen 20 *km* per Stunde.

Wagen.

Die zweiachsigen Personenwagen der Linie Ravensburg-Weingarten bieten bei einem Eigengewichte von 6050 bezw. 5000 *kg* 28 Sitzplätze II. resp. 32 Sitzplätze III. Classe, so dass für den Sitzplatz ein todtes Gewicht von 216·07 und von 156·25 *kg* resultiert. Diese Wagen sind 8·35 *m* lang, 2·50 *m* breit und haben einen Radstand von 3·90 *m*.

Die Walhalla-Bahn besitzt Personenwagen II. Cl. von 4865 *kg*, welche 20 Personen fassen, so dass auf einen Sitzplatz 243·25 *kg* todtes Gewicht entfallen; bei der III. Cl. stellt sich die Tara auf 187·20 *kg* per Platz.

Bei den Salzkammergut-Localbahnen gestalten sich diese Zahlen wie folgt:

Wagen	I. Classe:	21	Sitzplätze,	4.200 *kg*	Eigengewicht,	200·00 *kg*	per	Sitzplatz,
„	I/II. „	24	„	, 4.150 „	„	, 172·91 „	„	„ ,
„	III. „	32	„	, 4.320 „	„	, 135·00 „	„	„ .

Die Personenwagen sind mit der continuierlichen Bremse und der Dampfheizung versehen. Die Wagen III. Cl. sind 8·04 *m* lang, 2·400 *m* breit; der Radstand beträgt 3·700 *m*.

Die gedeckten Güterwagen haben 12·09 m^2 Bodenfläche, 24·60 m^3 Laderaum und 5·0 *t* Tragfähigkeit bei 3150 *kg* Tara; die offenen Güterwagen haben 13·05 m^2 Bodenfläche, 5·0 *t* Tragkraft und 2710 *kg* Eigengewicht.

Die Scaletta-Bahn.

(Landquart-Davos).

Die Scaletta-Bahn im Graubünden'er Kanton ist als Adhäsionsbahn mit 1·00 *m* Spurweite, 45‰ Maximalsteigung und 100 *m* Minimal-Radien von Landquart über Davos, Samaden und Maloja nach Chiavenna projektiert, und wird bei einer Länge von 155 *km* 48 Stationen erhalten. Diese Bahn hat in der Richtung Landquart-Davos Höhen-Unterschiede von 1100 *m*, in der Richtung Chiavenna-Maloja solche von 1500 *m* zu überwinden; die durchschnittliche Steigung beträgt in den Strecken:

Landquart-Davos	(*km* 0—50·0)	24‰,
Davos-Capella	(*km* 50·0—78·5)	28 » ,
Capella-Maloja	(*km* 78·5—115·5)	4 » ,
Maloja-Chiavenna	(*km* 115·5—155·0)	37 » .

Im allgemeinen führt die Scaletta-Bahn durch eine Gegend, welche in einer Höhe von 1500—1800 *m* über dem Meeresspiegel ihren Verkehrsschwerpunkt hat, und ist diese Bahn daher die erste, welche die Zweckmässigkeit einer schmalspurigen Adhäsionsbahn im Hochgebirge darzuthun hat.

Die Theilstrecke Landquart-Klosters wurde am 9. Oktober 1889, die Strecke Klosters-Davos am 1. August 1890 eröffnet, so dass bis jetzt 49·979 *km* im Betriebe stehen. Die Anlagekosten sind mit 120.000 Mk für den Bahnkilometer veranschlagt, welcher Betrag mit Rücksicht darauf als sehr niedrig bezeichnet werden muss, als man der häufigen Lavinenstürze wegen stellenweise den längeren, dafür lavinenfreien Weg wählen oder aber die Bahnlinie hoch über der Thalhsohle halten und die viel kostspieligeren Unterfahrungen mittelst Tunnels, von denen im ganzen 15·243 *km* zur Ausführung gelangen werden, anwenden musste. Infolge dessen war das, die Schmalspur so charakterisierende Anfahren aller in Betracht kommenden Ortschaften sehr erschwert, umsomehr als auch die sonstigen Terrain-Verhältnisse sehr ungünstige sind. So soll die Trace von Maloja nach Castasegna an der italienischen Grenze bei einer Längen-Entwickelung von nicht ganz 18 *km* der Bergeller Thalsohle um 1127 *m* fallen, was nur durch 8 Tunnels, von denen 7 Kehrtunnels sind, möglich wird. Man hat eben mit Rücksicht auf die 37 *km* lange, mit durchschnittlich nur 4‰ ansteigende Auschlusstrecke von der in diesem Falle naheliegenden Anwendung der Zahnstange Abstand genommen, um einer Beförderung von Zahnstangen-Mechanismen auf so langen Adhäsionsstrecken auszuweichen.

Oberbau.

In der Theilstrecke Landquart-Davos wurden Flussstahlschienen von 10 *m* Normallänge eingelegt, welche 108 *mm* hoch, am Kopfe 50, am Fusse 92, im Stege 9 *mm* breit und 23·5 *kg* per Meter schwer sind; die Schienenstösse werden wie überall schwebend angeordnet.

Die Schwellen sind aus Eichen- bezw. Lärchenholz erzeugt und 180 *cm* lang, 20 *cm* breit und 15 *cm* hoch; sie erhalten je 2 Unterlagsplatten als Schienen-Auflager, und werden bei einer mittleren Schwellen-Entfernung von 80 *cm* unter einer Normalschiene 13 Schwellen eingezogen. Die Laschen sind durchgehends Winkellaschen und gleich den Unterlagsplatten aus Flusseisen.

Für die Strecke Davos-Chiavenna wurden 27·0 *kg* schwere Schienen von 116 *mm* Höhe, 52 *mm* Kopf-, 93 Fuss- und 10·5 *mm* Stegbreite gewählt.

Die Weichen-Curven sind mit 80 *m* Radius ausgeführt.

Die Schotterbettung ist 0·30—0·40 *m* hoch, die Dammkrone in der bis jetzt betriebenen Strecke 3·60 *m* breit, wird aber für die übrige Linie mit 3·80 *m* projektiert, da sich diese Verbreiterung aus verschiedenen Gründen als wünschenswert erwiesen hat.

Locomotiven.

Die älteren Maschinen, 5 an der Zahl, sind nach der sogenannten Mogul-type construirte Tender-Locomotiven mit 3 gekuppelten Achsen und einer radial stellbaren Laufachse; die ersteren haben einem Achsdruck von 8·55, 8·65 und 8·50 *t*, die letztere von 4·50 *t*.

Die Ausmasse dieser Locomotiven sind:

	Cilinderdiameter	340	*mm*
	Kolbenhub	500	„
	Triebraddiameter	1050	„
	Laufraddiameter	700	„
	Fester Radstand	2400	„
Kessel:			
	effectiver Dampfdruck	12	Atm.
	Anzahl der Siede-Rohre	126	Stück
	Durchmesser der „ „	41/45	*mm*
	Länge „ „ „	3255	„
	Directe Heizfläche	4·8	m^2
	Indirecte „	57·2	„
	Totale „	62·0	„
	Rostfläche	0·9	„
	Wasser im Kessel	2600	Liter
	Dampfvolumen	776	„
Gewichte:			
	Gewicht der leeren Locomotive	23·5	*t*
	„ des Wassers im Reservoir	2·8	„
	„ „ „ „ Kessel	2·6	„

Gewicht der Kohlen	0·95 *t*
„ „ Maschine im Dienste	3·02 „
Maximalraddruck	4·5 „
Zugkraft	4200 *kg*

Ausser diesen Locomotiven besitzt die Scaletta-Bahn noch 2 Compound-Locomotiven System Mallet. Dieselben fassen 1·2 *t* Kohle, sowie 3·0 *t* Wasser im Kessel, 3·4 *t* im Tender und wiegen leer 32·4, ausgerüstet 40·5 *t*. Die grösste Länge beträgt 10·25, die grösste Höhe incl. Rauchfang 3·65 *m*, der Radstand der einzelnen Truckgestelle 1·60, der Gesammt-Radstand 5·20 *m*. Die Compound-Locomotiven haben einen Achsdruck von 10·125 *t* und eine Zugkraft von 6000 *kg*.

Personen- und Güterwagen.

Sämmtliche Wagen haben 2 radialstellbare Achsen und können Curven von 100 *m* Radius anstandslos mit 45 *km* Geschwindigkeit pro Stunde passieren. Jeder Wagen ist mit einer auf sämmtliche Räder wirkenden Spindelbremse und einer mit derselben combinierten automatischen Vacuumbremse nach System Hardy ausgerüstet; die Bremsklötze sind aus Stahlguss.

Die Stoss- und Zugvorrichtung ist central ausgeführt und letztere als Balancierkupplung construiert. Die Untergestelle sind aus Eisen angefertigt.

Die Personenwagen sind nach dem Intercommunications-System mit Mittel resp. Seitengang und beiderseitigen Plattformen eingerichtet. Für jede Classe ist ein Nichtraucher-Coupé vorgesehen. Die Wagen werden gegenwärtig mittelst Petroleumlampen beleuchtet, es ist jedoch die elektrische Beleuchtung derselben in Aussicht genommen. Die Ventilation wird durch einen Wolpert'schen Luftsauger, die Heizung mit Dampf bewirkt.

Der Fahrpark besteht aus:

a. Personenwagen.

	Eigengewicht *kg*	Sitzplätze	Radstand *m*	grösste Länge *m*
Galleriewagen I., II. und III. Cl. . . .	7450	29	4·60	10·70
Personenwagen I/II. „ . . .	6550	20—24	4·30	9·50—9·54
„ II. „ . . .	6650	24	4·30	9·50
„ III. „ . . .	6000	40	4·30	9·50
b. Güterwagen.		Tragfähigkeit *t*		
Kastenwagen	4700	10·0	3·15	7·15
offene Güterwagen, hochbordig . . .	4000	10·0	3·15	7·15
„ „ , niederbordig . .	4000	10·0	3·15	7·16

Winterbetrieb.

Die hohe Lage der Scaletta-Bahn bedingt die stellenweise Sicherung der Strecke gegen Schneeverwehungen und Lavinenstürze, zu welchem Zwecke Gallerien vorgesehen sind.

Von Fachkreisen wurde, wie Herr Ingenieur Carl Wetzel in seiner hochinteressanten Beschreibung dieser Bahn ausführt, beim Auftauchen des Projectes daran gezweifelt, dass ein regelmässiger Winterbetrieb auf einer über 1500 *m* über dem Meere gelegenen Adhäsionsbahn möglich wäre. Es wurde darauf hingewiesen, dass die Ueberlegenheit der Eisenbahnen über andere Transportmittel im grossen Masse der auf die Minute geregelten Betriebssicherheit zuzuschreiben sei, und dass diese für jede Jahreszeit gesichert werden müsse.

Die Zustände, welche die klimatischen Vorgänge beim Eisenbahnverkehre selbst im Tieflande erzeugen können, waren bisher abschreckend genug, in Europa keine Adhäsionsbahnen mit Winterbetrieb über eine gewisse Höhenlage hinaus zu bauen, wobei allerdings von provisorischen Bahnen, wie eine z. B. beim Baue des Mont Cenis-Tunnels nach dem Fell'schen Systeme $3^1/_4$ Jahre über den Mont Cenis-Pass bis auf eine Höhe von 2126 *m* ü. M. betrieben wurde, abzusehen ist.

In Amerika baute man schon vor Jahrzehnten Eisenbahnen über hohe Gebirgsketten und machte dieselben in einfachster Weise dadurch betriebssicher, dass man die Bahnen in unbewohnten, hochgelegenen Gebirgsstrecken mittelst Holzgallerien überbaute und sie somit von den Winterungseinflüssen vollständig unabhängig machte. Solche Gallerien werden seit vielen Jahren in langen, zusammenhängenden Strecken der Linie Shady Run-Truckee (11·15 und 29 *km*) gebaut, sind also fraglos für ihre Bestimmung zweckmässig.

Die Herstellungskosten dieser 55 *km* Holzgallerien betragen 8 Millionen Mark, also per Kilometer 144.000 Mk, die Erhaltungskosten pro Jahr und Kilometer 4240 Mk, weil infolge der häufigen Waldbrände jährlich circa 600 *m* Gallerien abbrennen.

Die Techniker der Pacificbahn halten die Galleriebauten für einen fast schon überwundenen Standpunkt, seitdem der rotierende Schneepflug auf verschiedenen Strecken in Verwendung gezogen ist und so auffallende Vorzüge zeigt.

Diese rotierenden Schneepflüge kosten für Normalbahnen 60.000 Mk und sollen durch 1·8 *m* tiefen Schnee mit einer Geschwindigkeit von 16 *km* gehen. Die Pacificbahnen bauen die in der letzten Zeit abgebrannten Gallerien versuchsweise nicht wieder auf, um die Leistungsfähigkeit der rotirenden Schneepflüge gründlich erproben zu können. Es scheint jedoch die Anwendung derselben in mehr ebenem oder schwach geneigtem Terrain, nicht aber an steilen Gehängen und bei stark steigender Bahn möglich zu sein, weil abgesehen von der grossen erforderlichen Kraftentwickelung der bergfahrenden Schneepflüge bei der Schneeräumung der Fuss der über der Bahn liegenden Schneeböschung abgeschnitten würde, womit ein gelegenheitliches Nachrutschen von grossen Schneemassen unausbleiblich wäre. Wollte man dies verhindern, so wären oberhalb der Bahn Schneeverbauungen erforderlich, was im Vereine mit den rotirenden Schneepflügen einen theuren Betrieb verursachen würde.

Für die drei steilen, schwach bewohnten Rampen der Scaletta-Bahn wird daher vorläufig an der Herstellung von Gallerien festgehalten, und sucht man die Feuersgefahr dadurch aufzuheben, dass das Dach der Gallerien aus Wellblech vorgesehen wird.

Betriebs-Ergebnisse (1890).

Betriebslänge 50·5 *km*.
Anlage-Capital 100.074 Mk per Bahnkilometer.
Auf einen Kilometer Betriebslänge entfallen
0·10 Locomotiven,
0·46 Personenwagen (16·26 Plätze),
1·26 Güterwagen.
Mit diesem Fahrparke wurden geleistet:

Locomotiv-Kilometer	im ganzen	149.636,	per Maschine	29.927,
Personenwagen-Achskilom.	» »	526.694,	per Achse	13.788,
Güterwagen- »	» »	913.333,	» »	9.097.

Zugskilometer wurden zurückgelegt:

Personen- und gemischte Züge	122.744 *km*,
Güterzüge	5.262 »
zusammen . . .	128.006 *km*.

Auf den Betriebskilometer entfallen:

2.850	Zugskilometer,
12.722	Personenwagen-Achskilometer,
19.195	Güterwagen- »
2.809	Postwagen- »
zusammen 34.726	Wagen-Achskilometer.

Befördert wurden:
163.627 Personen und
26.277 *t* Güter.

Der specifische Verkehr betrug 3.952 Personen und 635 *t* Güter, die Ausnützung der Sitzplätze 32·6, die Tragfähigkeit 20·1%.

Einnahmen:

Aus dem Personenverkehre im ganzen	213.670 Mk,	
per Bahnkilometer	5.160 »,	
per Achskilometer	—	40·56 Pf,
per Personenkilometer	—	7·22 »
in % der gesammten Einnahmen		47·37 %
Aus dem Güterverkehre im ganzen	237.355 Mk,	
per Bahnkilometer	5.733 »	
» Achskilometer	—	26·05 Pf,
» Tonnenkilometer	—	30·41 »
in % der gesammten Einnahmen		52·63 %

Totale der Transport-Einnahmen 451.025 Mk,
per Bahnkilometer 10.894 »
» Achskilometer — 31·37 Pf,
Verschiedene Einnahmen im ganzen 3.300 Mk
per Bahnkilometer 80 »
Gesammt-Einnahmen 454.324 »
per Bahnkilometer 10.974 »
» Achskilometer — 31·60 Pf.

Ausgaben:

	im ganzen Mk	per Bahn-kilometer Mk	per Achs-kilometer Pf	in % der Betriebs-kosten
allgemeine Verwaltung	14.773	357	1·02	7·23
Bahnaufsicht und Bahnerhaltung . . .	31.285	756	2·18	15·31
Verkehrs- und commerzieller Dienst . .	45.152	1090	3·14	22·09
Zugförderungs- und Werkstätten - Dienst	113.146	2733	7·87	55·37
Totale der reinen Betriebskosten . . .	204.356	4936	14·21	—

Der Betriebs-Coëfficient beträgt 45·31% und hat sich das Anlage-Capital mit 4·46% verzinst.

Die sächsischen Schmalspurbahnen.

Die Gesammtlänge der im Königreiche Sachsen bis zum Jahre 1892 dem Betriebe übergebenen Eisenbahnen beträgt 2605 *km*, wovon auf die Spurweite von 75 *cm* 17 Linien mit 262·48 *km* entfallen. Die verschiedenen Ursachen, warum inmitten eines so ausgedehnten einheitlich organisierten Netzes diese Linien schmalspurig ausgeführt, ja selbst zur Verbindung von Normalbahnen verwendet wurden, bilden daher ebenso viele Beweise für die Vorzüge der Schmalspur, weshalb es sich verlohnt, auf die leitenden Motive bei der Wahl der Spurweite der einzelnen Bahnen näher einzugehen.

Die Linie Wilkau-Saupersdorf wurde schmalspurig angelegt, weil es notwendig war, angesichts der Concurrenz seitens des Strassenfuhrwerkes die Bahnhöfe knapp an den Ortschaften anzulegen, speziell in das Innere der Stadt Kirchberg vorzudringen und so den einzelnen Fabriken des industriereichen Ortes die Möglichkeit zur billigen Anlage von Schleppgeleisen zu bieten; dann aber auch, weil die Weiterführung einer normalspurigen Eisenbahn über Kirchberg hinaus der Terrainverhältnisse wegen eine äusserst kostspielige gewesen wäre.

Für die Linie Hainsberg-Kipsdorf war der Weg durch das Thal der rothen Weiseritz vorgezeichnet, welches durch seine Enge dem Baue einer normalspurigen Bahn aussergewöhnliche Schwierigkeiten entgegengesetzt haben würde.

Die Linie Döbeln-Mügeln-Oschatz sollte hauptsächlich localen Interessen dienen; die Normalbahn hätte jedoch den vorhandenen Thalsenkungen mit hren zahlreichen Ortschaften nicht folgen können, sondern wäre unter Ausführung umfänglicher und kostspieliger Kunstbauten vorzugsweise auf dem Höhenzuge und in ziemlicher Entfernung von den bedeutenderen Ortschaften zu liegen gekommen, wodurch der angestrebte Zweck ganz verfehlt worden wäre.

Bei der Linie Radebeul-Radeburg war die normale Spurweite von vornherein ausgeschlossen, weil der schmale Lössnitzgrund und die engen Thalkrümmungen nur die Anlage einer schmalspurigen Bahn zuliessen, umsomehr als auch der zu erwartende Verkehr nur das Anlage-Capital einer solchen zu verzinsen versprach. Aehnliche Verhältnisse waren bei der Wahl der Spurweite der Linie Klotzsche-Königsbrück massgebend, während die Bahn Zittau-Reichenau aus dem Grunde schmalspurig angelegt wurde, um den Fabriken in Reichenau möglichst nahe zu kommen und den Anschluss der einzelnen Etablissements mittelst Schleppbahnen zu erleichtern.

Die meisten Schmalspurbahnen sind sowohl in baulicher, wie in betriebstechnischer Beziehung hochinteressant. So ist bei der Linie Wilkau-Saupersdorf

die Art und Weise, in welcher die Trace durch die enggebaute Stadt Kirchberg hindurchgeführt wurde, bemerkenswert. Die Kunstbauten der Linie Hainsberg—Kippsdorf bieten eine Fülle interessanter Constructionen, während die Eisenbahn Döbeln-Mügeln-Oschatz, welche die beiden Hauptbahnstrecken Leipzig-Riesa-Dresden und Leipzig-Döbeln-Dresden verbindet, das Normalgeleise der ersteren auf eine Länge von 4·31 *km* mitbenützt, zu welchem Behufe in das normalspurige Geleise eine dritte Schiene eingelegt werden musste. Von hervorragend technischer Bedeutung ist bei dieser Linie die Anlage des Anschlussbahnhofes Grossbauchlitz bei Döbeln, welcher in seiner bisherigen normalspurigen Gestaltung von der Schmalspurbahn durchschnitten wird und deshalb zumeist dreischienig angelegt werden musste; das Weichennetz bietet eine bedeutende Anzahl gemischtspuriger Geleise-, Weichen- und Kreuzungsanlagen, welche — abgesehen von der grossen Ausdehnung — an Vielseitigkeit den auf den gemischtspurigen englischen Bahnen ausgeführten derartigen Anlagen nicht nachstehen und gegen letztere noch manches Neue bieten.

Stations-Anlagen und Strecken-Ausrüstung.

Die Zahl der Verkehrsstellen ist bei dem localen Charakter der schmalspurigen Linien sehr zahlreich bemessen worden; ihre Ausrüstung ist auf das nothwendigste Mass beschränkt; Perronanlagen sind nur in vereinzelten Fällen vorhanden, da die geringe Höhe der Wagentrittbretter das Aus- und Einsteigen der Reisenden auch ohne Perronanschüttung gestattet. An Stellen mit lebhafterem Personenverkehr sind besondere aus Holzwerk bestehende offene und bedachte Warteräume, auf den grösseren Verkehrsstellen mit Sitzen ausgestattete heizbare Wartezimmer eingerichtet. Für den Restaurationsbetrieb sorgt die Bahnverwaltung nicht.

Drehscheiben sind auf diesen Linien nicht vorhanden; die Locomotive fährt in der Gegenrichtung mit dem Tender voran, was bekanntlich bei Tender-Locomotiven auf die Einhaltung der fahrplanmässigen Geschwindigkeit ohne Einfluss ist. Ebenso fehlen Stationsglocken und in der Regel auch Stationsuhren; das Abfahrtssignal wird vom Locomotivführer mit der an der Maschine angebrachten Dampfglocke gegeben.

Die Stationen sind mit einander telefonisch verbunden. An der Einmündung der Schmalspurbahnen in den Anschlussbahnhof, in dessen Bereiche die secundären Linien ähnlich wie die Hauptbahnen behandelt werden, gilt ausserdem die Aufstellung eines optischen Deckungssignales als Regel. Insbesondere tritt die Notwendigkeit einer zuverlässigen Betriebssicherung da ein, wo das schmalspurige Geleise sich vor dem Bahnhofe auf eine längere Strecke mit dem Normalgeleise vereinigt, wie dies auf der Strecke Gadewitz-Grossbauchwitz-Döbeln der Linie Oschatz-Döbeln der Fall ist. Der Gabelpunkt wird in diesem Falle nach aussen hin durch einen Abschlusstelegrafen gedeckt, welcher von der Station Grossbauchlitz durch Blockapparate abhängig ist.

Die Planumsbreite beträgt in der offenen Strecke 2·95 *m*, die Stärke der Bettung unter dem tiefsten Punkte der Schwellen 15 *cm*.

Der Oberbau besteht aus, mit Chlorzink imprägnierten Querschwellen von Nadelholz, welche 1·50×0·17×0·13 *m* dimensioniert sind, und aus 15·5—17·6 *kg* schweren Flussstahlschienen. Die grösste Steigung wurde mit 33·3‰, der kleinste Radius mit 50 *m* angenommen.

Die Niveaubrüche werden durch Holztafeln bezeichnet, auf denen die Länge und das Verhältnis der Neigungen angeschrieben ist. Ausserdem sind an denjenigen Stellen, wo der Locomotivführer wegen der zu passierenden Niveauübergänge vorschriftsmässig das Locomotiv-Läutewerk in Thätigkeit zu setzen hat, Scheiben aufgestellt, auf deren beiden Seiten die Buchstaben *A* (Anfang des Läutens) und für die Gegenrichtung *E* (Ende) angebracht sind.

An frequenten Wegkreuzungen stehen Warnungstafeln mit der Aufschrift »Halt! beim Nahen der Maschine«.

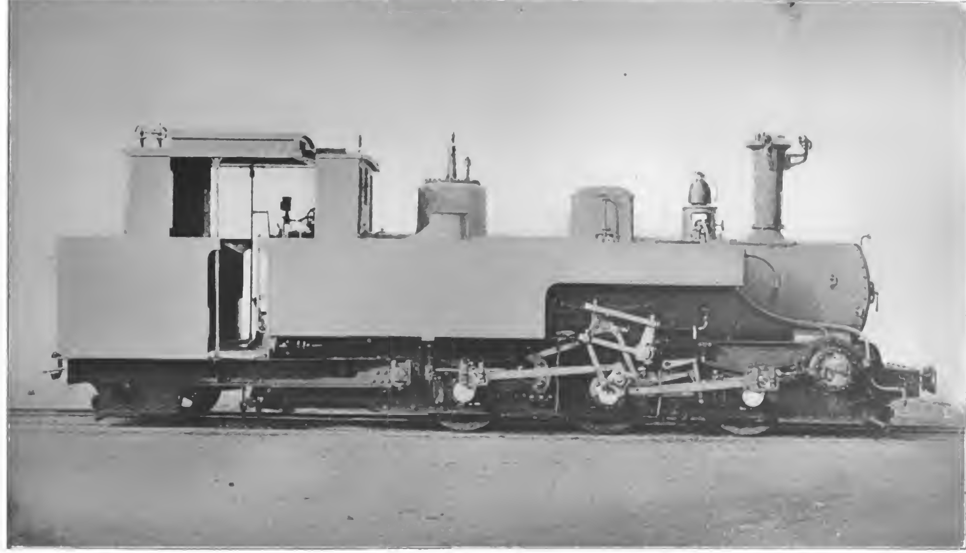
Mit Recht legt die General-Direction der königl. Sächsischen Staatseisenbahnen auf die directe Einbeziehung grösserer Etablissements in das Eisenbahnnetz besonderen Wert. Die Anlage solcher Schleppbahnen erfolgt hier gerade so wie anderswo ausschliesslich zu Lasten derjenigen Etablissements, deren Interessen sie dienen. Dass jedoch auch in diesem Punkte die schmale Spurweite einer normalspurigen Secundärbahn vorzuziehen sei, beweist der Umstand, dass sich die durchschnittlichen Herstellungskosten per laufenden Meter Geleise bei den sächsischen Normalbahnen auf 30 Mk, bei den schmalspurigen Linien aber blos auf 20·50 Mk belaufen, daher um volle 31% billiger sind. Da weiters die Betriebskosten der schmalspurigen Eisenbahnen, wie bereits im 1. Theile dieses Buches nachgewiesen wurde, die der Normalbahnen nicht übersteigen, werden sich auch hier die Zustreifgebühren auf der gleichen Höhe halten und so der Achs-Concurrenz erfolgreich entgegentreten können.

Fahrbetriebsmittel.

Locomotiven.

Bis zum Jahre 1892 waren auf den sächsischen Schmalspurbahnen zweierlei Locomotiv-Typen in Verwendung, und zwar Tender-Locomotiven mit drei gekuppelten Achsen sowie Tender-Locomotiven nach System Fairlie. Die ersteren haben 12 Atmosphären Ueberdruck und sind 5·630 *m* lang, 1·800 *m* breit und 3·000 *m* hoch. Der Triebrad-Durchmesser beträgt 0·750 *m*, der Radstand 1·800 *m*, die Rostfläche 0·66, die totale Heizfläche 29·72 m^2. Diese Maschinen fassen 1·5 m^3 Wasser und 0·6 m^3 Kohle, wiegen im Dienste 16·0 *t* und haben eine Zugkraft von 2100 *kg*.

Die Tender-Locomotiven System Fairlie sind mit Doppelkessel und vier Cilindern ausgerüstet und haben 2×2 gekuppelte Achsen. Die Gesammtlänge zwischen den Puffern beträgt 9·200 *m*, die grösste Breite 2·140, die Höhe 3·000 *m* von Schienen-Oberkante, der äussere Radstand 5·688, der Radstand zwischen je 2 gekuppelten Achsen 1·372 *m*, der Triebrad-Durchmesser 813 *mm*. Die übrigen Dimensionen sind: Rostfläche 1·16 m^2, gesammte Heizfläche 57·78 m^2,



Dreifach gekuppelte Locomotive System Klose.
(Sächsische Schmalspurbahnen).



Vierfach gekuppelte Locomotive System Klose.
(Linie Nagold-Altensteig).

Dampfüberdruck 10 Atmosphären, Dienstgewicht 28·9 *t*, Zugkraft 2420 *kg*. Die Maschinen fassen 950 *kg* Kohle und 2880 *l* Wasser.

Im Jahre 1892 wurden 10 vierachsige Verbund-Tender-Locomotiven mit 2 Motorgestellen nach dem Systeme Meyer in den Fahrpark eingestellt, welche 9·0 *m* lang, 2·0 *m* breit und 3·15 *m* hoch sind. Der Radstand der einzelnen Motoren beträgt 1·4 *m*, der gesammte Radstand 6·2 *m*, der Raddurchmesser 76 *cm*. Die sonstigen Abmessungen sind:

Cilinder-Durchmesser { Hochdruck	240	*mm*
Cilinder-Durchmesser { Niederdruck	370	»
Kolbenhub	380	»
Rostfläche	0·97	m^2
Heizfläche der Feuerbüchse	4·07	»
» » Siederohre	45·74	»
gesammte Heizfläche	49·81	»
Dampfüberdruck	12	Atm.
Dienstgewicht	26·74	*t*
Zugkraft	3460	*kg*
Kohlenraum	1·0	m^3
Wasserraum	2·4	»
grösste zulässige Fahrgeschwindigkeit in der Stunde	30	*km*
lichte Weite der Dampfeingangsrohre am Hochdruck-Cilinder	70	*mm*
» » » » » Niederdruck- »	85	»
» » » Dampfausgangsrohre » Hochdruck- »	85	»
» » » » » Niederdruck- »	120	»
grösster Querschnitt der Blasrohrdüse	91	cm^2
kleinster » » »	40	»

Die vom Ingenieur, königl. Oberbaurate Herrn A. Klose in Stuttgart für die sächsischen schmalspurigen Linien construierten dreifach gekuppelten Locomotiven erhielten folgende Dimensionen:

Cilinder-Durchmesser (d)	324	*mm*,
Kolbenhub (h)	400	»
Triebrad-Durchmesser (D)	850	»
Achsenstand	5750	»
Heizfläche (wasserberührte)	51·8	m^2
Rostfläche	0·9	»
Dampfdruck (p)	10	Atm.
Effective Zugkraft $\left\{\frac{0·5 \times p \times d^2 \times h}{D}\right\}$	2470	*kg*
Raum für Brennmaterial	2000	*l*
» » Speisewasser	2050	»
Gewicht der Maschine im Dienst	24·7	*t*.

Alle Maschinen sind mit einer Haspel für die Heberlein-Bremse ausgerüstet. —

Gleichzeitig sei an dieser Stelle der auf der schmalspurigen Linie Nagold-Altensteig (Spurweite 1·00 *m*, kleinster Radius 50 *m*, grösste Steigung 40 ‰) der Württembergischen Statseisenbahnen eingeführten, 4 fach gekuppelten Locomotiven mit radialstellbaren Achsen System Klose gedacht. Die Prinzipal-Verhältnisse derselben sind.

Cilinder-Durchmesser	340	*mm*
Kolbenhub	500	»
Treibrad-Durchmesser	900	»
Achsenstand	4000	»
Heizfläche	75	*m*²
Rostfläche	1·02	»
Dampfdruck	12	Atm.
Brennmaterial	1000	*l*
Wasservorrat	2400	»
Maximal-Gewicht	28·0	*t*
Zugkraft	3850	*kg*.

Ueberdies hat Herr Oberbaurat Klose eine 5 fach gekuppelte Locomotive mit beweglichen Achsen von 40 *t* Dienstgewicht und circa 6000 *kg* Zugkraft für Bahnen von 76 *cm* Spurweite ausgeführt; die Construction dieser Locomotiv-Type, welche wie man sieht die volle Stärke der normalspurigen Güterzugs-Locomotiven besitzt, ist derzeit noch Geheimnis des Erfinders.

Personenwagen.

Die Personenwagen haben an jeder Stirnseite eine geräumige Plattform und sind im Innern mit Sitzplätzen an den Längseiten versehen. Schiebethüren gestatten das Oeffnen und Schliessen der Wagen, ohne die auf den Plattformen stehenden Personen zu belästigen. Die Plattformen sind überdacht und durch einen Auftritt bequem zugänglich, bieten für 3 Personen Stehplätze und sind seitwärts durch bewegliche Eisenstangen abgeschlossen. Jeder Wagen trägt fast in der ganzen Länge des Kastens einen Oberlicht-Aufbau mit seitlichen Klappfenstern, die dem inneren Raume Luft und Licht zuführen.

Die zweiachsigen Personenwagen haben eine Gesammtlänge von 6·52 *m* und einen Radstand von 3·8 *m*. Sie enthalten ausser den 6 Stehplätzen auf den beiden Plattformen entweder 16 Sitzplätze III. Cl. oder 10 Sitzplätze III. Cl. und in einem durch Scheidewand getrennten Raume 6 Plätze II. Cl. Die Beleuchtung erfolgt durch Oellampen, die Heizung durch Oefen. Das Eigengewicht eines zweiachsigen Personenwagens mit Bremse beträgt 2575, ohne Bremse 2450 *kg*.

Interessant und für die schmale Spurweite bezeichnend ist der nachstehende Vergleich zwischen den Personenwagen auf Truckgestellen, sowie den dreiachsigen Wagen der schmal- und normalspurigen Linien der sächsischen Staatsbahnen:

		Schmalspurige Bahnen		Normalspurige Bahnen	
		neueste Type auf Truckgestellen		auf Truckgestellen	dreiachsige Wagen
		mit Längsdurchgang, Einrichtung für Heberleinbremse und je einem Füllofen in beiden Abtheilungen		mit Längsdurchgang, Gepäcksraum (1·00 m), Heberleinbremse, Gasbeleuchtung, Presskohlenheizung II. Cl. Ofenheizung III. Cl.	III. Cl. mit Bremse, Lenkachsen, 4 Aborte, dampfheizung, Gasbeleuchtung, Westingh-Luftdruckbremse.
Spurweite	*m*	0·75		1·435	
ganze Länge	»	12·260		14·580	12·730
Kastenlänge	»	9·940		12·700	11·100
Plattformlänge	»	0·750		—	—
Breite	»	2·000		3·100	2·615
Höhe des Kastens	»	2·211		2·315	2·435
totaler Radstand (von Mitte zu Mitte des Drehgestelles)	»	8·700		9·000	8·000
einzelner Radstand	»	1·300		2·500	4·000
		II/III.	III.		
Sitzplätze in der II. Cl.		12	—	20	—
» » » III. »		24	36	57	52
Plattform Stehplätze		6	6	—	—
Eigengewicht	*kg*	6.475		18.775	15.850
todtes Gewicht per Sitzplatz	»	179·86		225·5	304·8

Güterwagen.

Unter den Güterwagen verdienen besonders die zur Beförderung sperriger Güter bestimmten offenen Wagen auf Truckgestellen von 7.5 *t* Tragkraft genannt zu werden. Ihre Kastenlänge beträgt 9·000 *m*, ihre Breite 1·670 *m*, die Höhe der Bordwände 90 *cm*, die Bodenfläche 15·0 m^2, der totale Radstand (von Mitte zu Mitte des Drehgestelles) 6·70 *m*, der Radstand eines Trucks 1·20 *m*, die Tara des Wagens 3170 *kg*.

Die Dünger-Transportwagen mit umsetzbarem Behälter sind zweiachsig, und besitzt ein solcher Wagen mit Bremse bei 5 t Tragfähigkeit ein Eigengewicht von 3025 *kg*, wogegen diese Wagentype mit abnehmbaren Behälter auf den normalspurigen Linien bei 10 *t* Tragfähigkeit 8.325 *kg* wiegt.

Die offenen Wagen werden auch zu Viehtransporten verwendet; zu diesem Zwecke werden die Bordwände durch Aufsätze um etwa das doppelte erhöht. Bei Verwendung zu Kalktransporten werden diese Wagen mit Klappdeckeln versehen.

Betriebs-Ergebnisse.

Gegenwärtig stehen nachfolgende schmalspurige Linien im Betriebe:

	Länge *km*	grösste Steigung ‰	kleinster Radius *m*
Thum—Oberherold	1·90	25·0	60
Bertsdorf—Jonsdorf	3·84	33·3	100
Geyer—Schönfeld	9·04	33·3	60
Oberrittersgrün—Grünstädtel	9·36	33·3	80
Saupersdorf—Wilkau	10·05	24·3	60
Wilsdruff—Potschappel	10·90	33·3	60
Oschatz—Strehla	11·30	16·6	100
Zittau—Oybin	12·21	33·3	75
Zittau—Reichenau—Markersdorf	13·52	25·0	75
Ehrenfriedersdorf—Wilischthal	13·91	25·0	50
Mosel—Ortmannsdorf	13·94	16·6	150
Radebeul—Radeburg	16·55	16·6	60
Klotzsche—Königsbrück	19·49	16·6	100
Nerchau—Trebsen—Wermsdorf—Mügeln	23·94	16·6	100 und 60
Kipsdorf—Hainsberg	25·51	30·3	50
Döbeln—Mügeln—Oschatz	30·92	16·6	80
Geising—Altenberg—Mügeln	36·10	33·3	80

Die Resultate des Jahres 1890, in welchem 235·13 *km* betrieben wurden sind:

An Fahrbetriebsmitteln waren vorhanden

41 Tender-Locomotiven,
171 zweiachsige, 6 vierachsige Personenwagen
177 zweiachsige, 1 vierachsiger gedeckter Güterwagen
602 zweiachsige, 10 vierachsige offene Güterwagen.

Auf einen Kilometer entfielen:

0·17 Locomotiven,
1·55 Personenwagen-Achsen,
16·91 Plätze und
6·79 Güterwagen-Achsen.

Auf eine Personenwagen-Achse kommen 10·88 Plätze.

Es wurden geleistet:

	im ganzen	per Bahn-kilometer
Locomotiv—Kilometer	762.845	3.244
Personenwagen—Achskilometer	5,385.867	22.860
Güterwagen—Achskilometer	5,147.114	21.846

Jede bewegte Personenwagen-Achse war durchschnittlich mit 2·98 Personen besetzt und wurde die Tragfähigkeit der Güterwagen mit 34·74% ausgenützt.

Befördert wurden 1,578.053 Personen und 334.367 *t* Güter; der specifische Verkehr betrug 68.039 Personen und 17.911 *t* Güter.

Eingenommen wurden

aus dem Personenverkehre: 507.706 Mk (per Bahnkilom. 2.154 Mk, für den Personen-Kilometer 3·16 Pf),

aus dem Güterverkehre 449.796 Mk (per Bahnkilom. 1.909 Mk, für jeden Güterwagen-Achkilom. 8·73 Pf, für den Tonnenkilom. 10·65 Pf),

aus sonstigen Quellen 22.905 Mk (per Bahnkilom. 97 Mk).

Die Gesammt-Einnahmen betrugen 980.407 Mk, und für den Bahnkilometer 4.161 Mk, für jeden Achskilometer 9·03 Pf.

Von den Einnahmen entfallen:

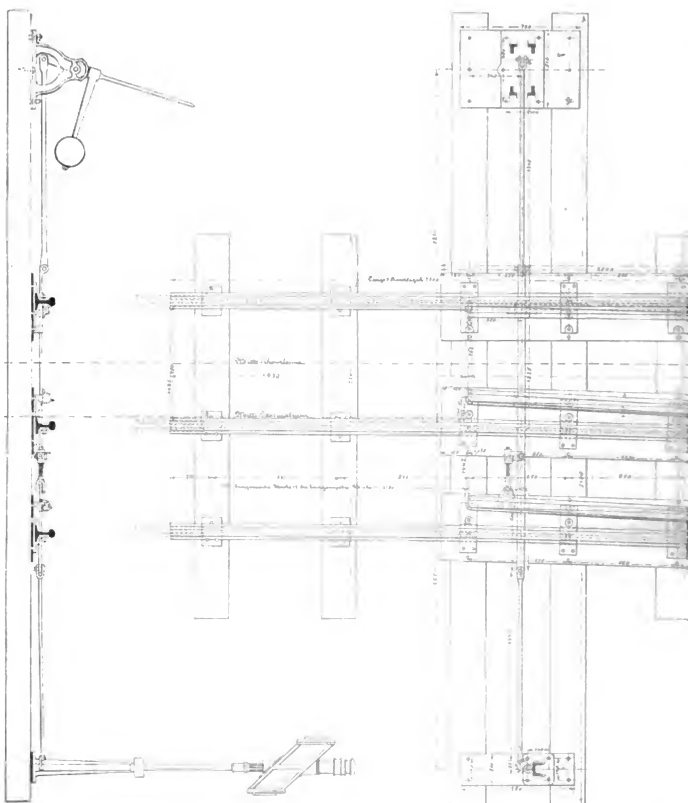
auf den Personen-Verkehr 51·8%,
» » Güter- » 45·9 »,
» die sonstigen Guellen 2·3 ».

Von den Ausgaben entfallen:

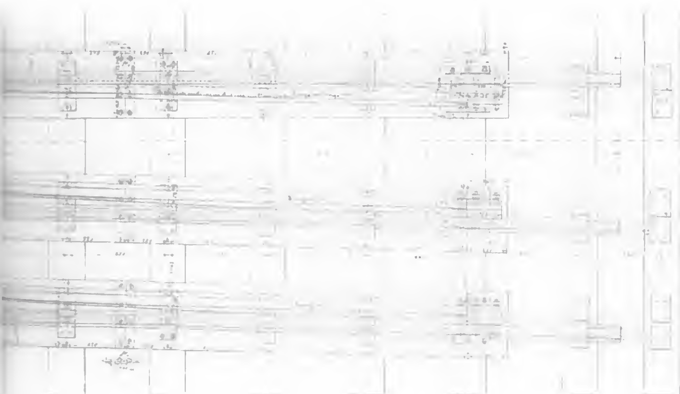
	im ganzen	für jeden Bahn-Kilometer	auf den Wagen-Achskilometer	in % der Betriebs-Ausgaben
	Mark		*Pf*	%
auf die allgemeine Verwaltung	56.481	239	0·52	6·86
» » Bahnaufsicht und Bahnerhaltung	175.071	743	1·61	21·30
» d. Verkehrs- und commerciellen Dienst	283.010	1201	2·60	34·43
» » Zugförderungs- u. Werkstätten-Dienst	307.366	1304	2·83	37·40
zusammen	821.928	3487	7·56	—

Der Ueberschuss betrug 158.479 Mk, und per Bahnkilometer 672 Mk, oder per Achskilometer 1·46 Pf.

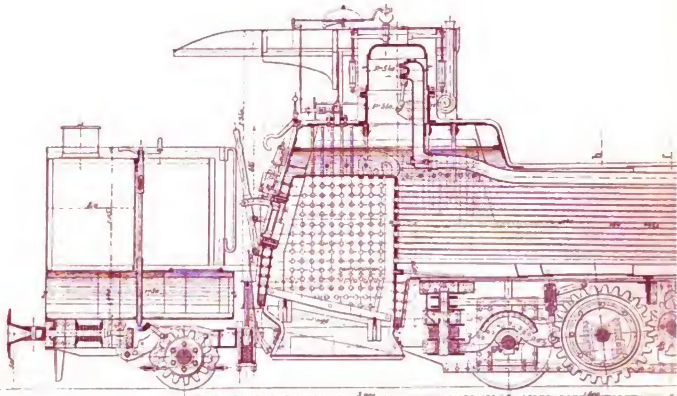
Das Anlage-Capital (59.228 Mk per Kilometer) hat sich mit 1·13% verzinst.

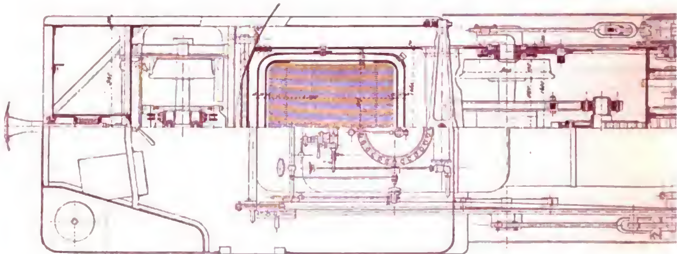


Gemischtspurige Weiche der kö

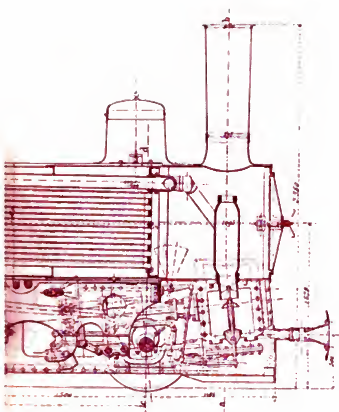


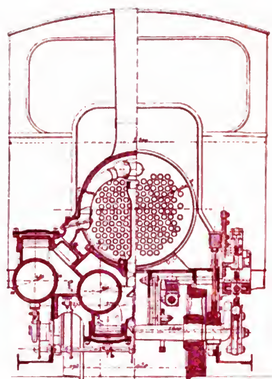
Sachsischen Staats-Eisenbahn...

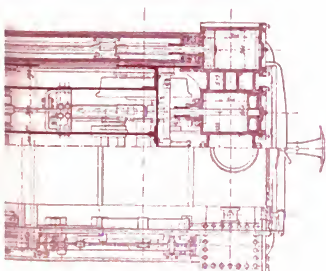


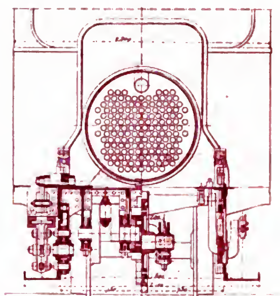


Locomotive der Appenzelle









Strassenbahn (System Klose).

B. Eisenbahnen gemischten Systems.

Die Appenzeller Strassenbahn (St. Gallen-Gais).

Die Appenzeller Strassenbahn, welche mit einer Spurweite von 1·00 *m* angelegt ist und am 1. Oktober 1889 dem Betriebe übergeben wurde, hat eine Länge von 14·0 *km*, wovon 3·3 *km* auf die Zahnstange entfallen. Die grösste Steigung beträgt 92 ‰, der kleinste Krümmungshalbmesser 30 *m*, welcher bei dieser Spurweite überhaupt nur selten und speziell in der Zahnstangenstrecke bis dahin noch nie zur Anwendung gelangt ist.

Im Mittel steigt die Trace in der Richtung St. Gallen-Gais mit 25·6 ‰, und vertheilen sich die Steigungs-Verhältnisse wie folgt:

Rampen	bis 15‰	auf	5.494	*m*	Länge,
„	15—30 „	„	1.590	„	„
„	30—40 „	„	1.110	„	„
„	40—50 „	„	610	„	„
„	50—70 „	„	1.341	„	„
„	70—90 „	„	530	„	„
„	—92 „	„	370	„	„

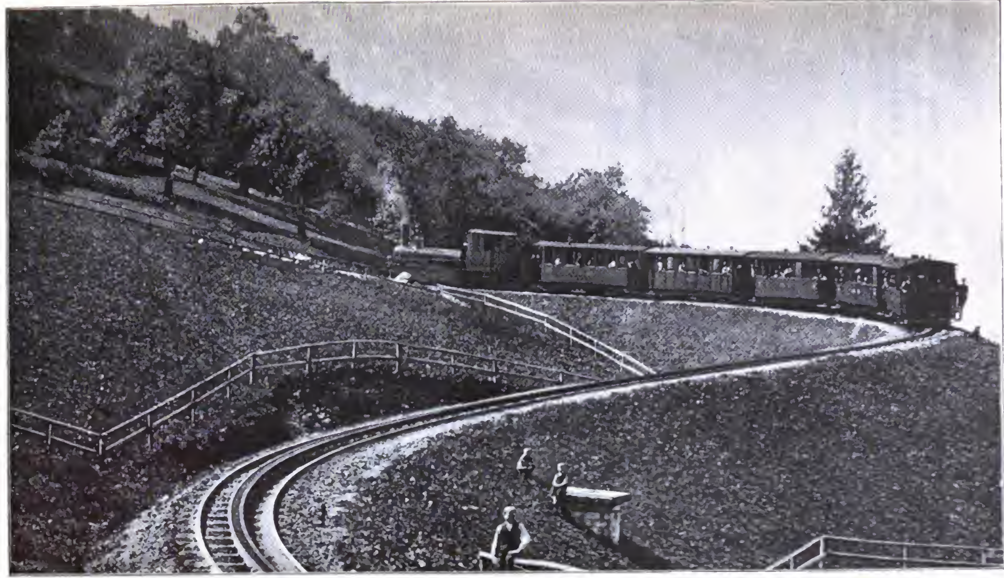
Gesammtlänge der Rampen 11.045 *m*.

Bögen wurden eingeschaltet:

10	mit einem Radius über 200	*m* in einer	Länge von	721 *m*,
28	„ „ „ „ 100—200 *m*	„	„ „	1.335 „
69	„ „ „ „ 50—100 „	„	„ „	2.434 „
27	„ „ „ „ 30—50 „	„	„ „	813 „
2	„ „ „ von 30 *m*	(hievon einer in der Steigung von 90‰) „	„	112 „
		zusammen	. . . .	5.415 *m*.

Oberbau.

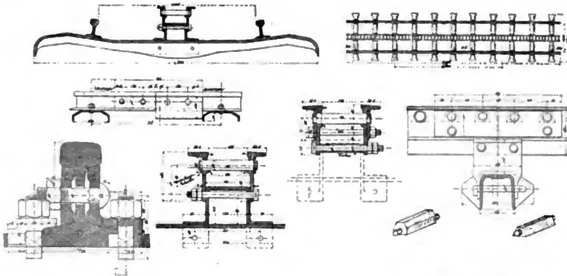
Der Oberbau besteht aus 25·6 *kg* schweren Stahlschienen von 118 *mm* Höhe und 52 *mm* Kopfweite; ihr Fuss ist 94, der Steg 9 *mm* breit. Die Innen-Laschen sind 50 *cm* lang, 7·5 *cm* hoch und 4·2 *kg* schwer, die äusseren (Winkel-) Laschen 60 *cm* lang und 14 *cm* hoch; die letzteren wiegen 9·7 *kg* und sind 5 *cm* tief in die Bettung versenkt. Die Laschenbolzen erhalten 19 *mm* Durchmesser.



Appenzeller Strassenbahn:

Aufstieg zur Nesthöhe in selbständigem Tracé (Kehrcurve von 30 m Radius und gleichzeitige Steigung von 90‰)

Als Unterlagen dienen Eisenschwellen von 1·80 *m* Länge, deren in der Mitte horizontale Decke gegen das Schienen-Auflager mit 1 : 8 ansteigt und gegen das Ende wieder abfällt. Die Schwellen sind in der Geleismitte 12 *cm* breit und ebenso hoch, unter den Schienen aber 23 *cm* breit und 6 *cm* hoch. Die Stärke derselben beträgt unter dem Schienen-Auflager 17 *mm* und in den übrigen Partien 13 *mm*; ersteres um beim Mangel von Unterlagsplatten eine allzu rasche Abnützung durch den Schienenfuss und die Befestigungsmittel, und somit auch eine ungenaue Lage des Schienenstranges zu verhindern. Die Schwellen sind 38·8 *kg* schwer.



Schwellen-Vertheilung
Schienenstoss
Querschnitt durch einen vernieteten Zahn — Zahnstangen-Verlaschung — Zahnstangenstoss
Spezialzahn — Normalzahn

Die Schienen werden auf den Schwellen durch zwei mit Haken versehene Bolzen von 0·37 *kg* Gewicht und 22 *mm* Durchmesser befestigt, und sind die zum Aufnehmen der Bolzen bestimmten Oeffnungen wegen der erforderlichen Spurerweiterung 92·1, 95·1 und 98·1 *mm* von einander entfernt. Ein Currentmeter Geleise wiegt auf der Adhäsionsbahn 105·6, in der Zahnstangen-Strecke 173·1 *kg*.

Die Zahnstange System Riggenbach in der von Kerze adaptirten Form, gelangt bei Steigungs-Verhältnissen von 40‰ angefangen zur Anwendung; kurze Rampen bis zu 48‰ werden jedoch noch mittelst Adhäsion bewältigt.

Die Zähne haben eine Länge von 186 *mm* und einen trapezförmigen Querschnitt (oben 36, unten 54 *mm* breit, 36 *mm* hoch). Für Ueberfahrts Zahnstangen werden sechseckige Spezialzähne angewendet; ihre Entfernung beträgt von Mitte zu Mitte 100 *mm*. Die Zähne ruhen auf Wangen, welche 125 *mm* von einander abstehen und durch vernietete Zähne zusammengehalten werden. Der obere Wulst *a* begrenzt das seitliche Spiel der Locomotiven und Wagen, die Leiste *b*, welche an ihrer Oberfläche gehobelt ist und auf welcher die Zähne satt aufliegen, verhindert das Drehen der letzteren; die Leiste *c* dient zur Verstärkung des Zahnstangenstosses.

Ein Zahnstangen-Segment ist 4·497 *m* lang, ruht auf 6 Schwellen und wiegt 247·5 *kg*, somit 55 *kg* per Currentmeter; ein solches Stück enthält 45 Zähne, von denen 5 vernietet sind. Die Verlaschung der Segmente unter sich sowie die Aufsattlung der Wangen auf den Schwellen ist aus der vorstehenden Figur zu ersehen.

Die Zahnstange der Eisenbahn St. Gallen-Gais zählt 6 Typen, welche den Radien von 30, 50, 60, 80, 100 und über 100 *m* für rechts und links gehende Bögen entsprechen.

Zahnstangen-Einfahrten.

Die Zahnstangen-Einfahrtsstücke ruhen auf Spiralfedern und sind mit dem nächsten Zahnstangen-Segmente durch ein horizontales Charnier verbunden, welches eine vertikale Bewegung gestattet. Die Staffeln selbst sind in diesem Theile cilindrisch und um ihre Achse beweglich, um das Eingreifen des Zahn. rades der Locomotive in die Zahnstange zu erleichtern; ferner werden die Einfahrten nie auf einer grösseren Rampe als 20‰ und auf eine Zugslänge vom Beginne der steileren Rampen (von 40‰ angefangen) angelegt. Auch hier erfolgt die Ein- resp. Ausfahrt ganz unmerklich und ohne die geringste Erschütterung.

Geleise-Anlage.

Die Schienen haben eine normale Länge von 8·995 *m* und ruhen mit der, der Schwellendecke entsprechenden Steigung von 1:8 auf 11 Unterlagen, welche 818 bis 820 *mm* von einander entfernt sind; diese Schwellenzahl wird weder in scharfen Curven noch in starken Gefällen vermehrt.

Zur Herstellung der Bögen sind 16 verschiedene Längen (8 für den äusseren, die übrigen für den inneren Schienenstrang) erforderlich, und zwar:

äussere	Schiene	9·014	*m*,	innere	Schiene	8·975	*m*	für Radien von	1000—250 *m*,
»	»	9·019	»	»	»	8·971	»	» » »	240—200 »
»	»	9·027	»	»	»	8·963	»	» » »	190—150 »
»	»	9·043	»	»	»	8·947	»	» » »	140—100 »
»	»	9·056	»	»	»	8·934	»	» » »	90—80 »
»	»	9·077	»	»	»	8·913	»	» » »	75—60 »
»	»	9·121	»	»	»	8·869	»	» » »	50—40 »
»	»	9·166	»	»	»	8·824	»	» » »	35—30 »

Die Enden der Zahnstangen-Segmente fallen nie mit den Schienenstössen zusammen.

Mit Rücksicht auf die, bei einer Spurweite von 1·00 *m* angewendeten kleinen Radien ist eine beträchtliche Spurerweiterung notwendig; dieselbe ist bemessen:

für Radien bis zu	402 *m*	mit	6 *mm*,
401—	202 „	„	12 „
35—	33 „	„	72 „
32—	31 „	„	78 „
	30 „	„	84 „ .

Zur Durchführung dieser Spurerweiterung, welche bei Hauptbahnen im Maximum 30, bei vollspurigen Nebenbahnen 35 *mm* beträgt, genügte eine einheitliche Schwellenlochung selbstverständlich nicht. Um jedoch für einen jeden Radius nicht eigene Schwellen erzeugen zu müssen, wodurch die Genauigkeit der Herstellung und die Erhaltung erschwert worden wäre, wurden die Schwellen in blos drei Kategorien eingetheilt, deren zur Schienenbefestigung dienenden Oeffnungen 921, 951 und 981 *mm* von einander entfernt sind; die Oeffnungen erhalten eine Breite von 44, die Bolzen dagegen nur von 22 *mm*, so dass immer eine Lücke von 22 *mm* verbleibt, welche durch Combinierung der Schwellen und Klammern von 10, 16 und 22 *mm* Stärke die Herstellung der jeweilig erforderlichen Spurerweiterung zulässt.

Zwischen den geraden und den anschliessenden Curven findet keine parabolische Ausgleichung statt.

Die Weichen werden mit einem Bogen von 40 *m* Radius und einer Kreuzungs-Tangente von 1 : 5 construiert.

Die Schienen-Ueberhöhung wird bei der Appenzeller Strassenbahn nach der Formel

$$h = \frac{b\ v^2}{9{\cdot}29\ R}$$

ermittelt, wobei b die Spurweite einschliesslich der Spurerweiterung, v die Fahrgeschwindigkeit in Metern pro Secunde, und R den Krümmungshalbmesser in Metern bedeutet.

Hieraus resultiert für die verschiedenen Geschwindigkeiten:

1. Auf der Adhäsionsbahn für 30 *m* Radien bei einer Geschwindigkeit von 25 *km* in der Stunde 187 *mm* Ueberhöhung;

2. für die Adhäsionsstrecken, wo die Fahrgeschwindigkeit auf 20 *km* reduciert wird, für denselben Radius eine Ueberhöhung von 119 *mm*;

3. auf der Zahnstange für eine Geschwindigkeit von 15 *km* und einen Radius von 30 *m* eine Ueberhöhung von 67 *mm*.

Fahrbetriebsmittel.

Locomotiven.

Die Locomotiven der Appenzeller Strassenbahn (System Klose) hatten das Problem zu lösen, Curven von 30 *m* auf der Adhäsionsbahn sowohl wie auf der Zahnstange ohne Hervorrufung grosser Widerstände zu passieren, und einen Zug von 50 *t* Bruttolast mit einer Geschwindigkeit von 30 *km* auf der ersteren, mit 12 *km* auf der Zahnstangenstrecke zu befördern; auf Steigungen von 50 bezw. 100°/₀₀ kann die Fahrgeschwindigkeit auf 16, bezw. 7 *km* reduciert werden.

Die auf Grund dieses Programmes gebauten Locomotiven gemischten Systems bestehen aus einer Adhäsions-Maschine mit zwei gekuppelten Achsen, einer Zahnrad-Maschine mit einer Achse und einem Tender, welcher durch eine Bissel-Achse mit Bremszahnrad getragen wird, wo also die seitliche Verschiebung des Gestelles zugleich die richtige Einstellung der Räder in den Curven bewirkt.

Nachdem die Schienen unter 1 : 8 gegen die Geleis-Achse geneigt sind und die Spurerweiterung 84 *mm* erreicht, resultiert für die Radreifen eine Conicität von 1 : 8 und die aussergewöhnliche Breite von 175 *mm*. Die Zahnradachse der Locomotive kann aus ihrer Mittelstellung nach rechts und links verrückt werden, so dass sie sich immer im Curven-Radius befindet und die Zähne in die Staffeln der Zahnstange eingreifen können; dieses seitliche Spiel darf naturgemäss die Hälfte der grössten Spurerweiterung nicht stark überschreiten, und beträgt in Wirklichkeit gegen 55 *mm*.

Die Cilinder der Adhäsions-Maschine haben 360 *mm* Durchmesser bei 510 *mm* Länge. Der Zahnrad-Mechanismus ist zwischen den beiden Adhäsions-Achsen auf dem innern Rahmen gelagert. Die Cilinder desselben haben die gleichen Dimensionen wie die äusseren; die Kolben der ersteren bewegen eine Welle, auf welcher ein Zahngetriebe aufmontirt ist, das in das Zahnrad der Zahnstangenachse eingreift.

Alle vier Cilinder werden von einem horizontalen Kessel gespeist, weil die Locomotive immer an der Spitze des Zuges mit dem Schornsteine voraus situirt ist. Die Adhäsions-Locomotive arbeitet beständig auf der ganzen Linie, die Zahnrad-Locomotive dagegen tritt erst dann in Action, wenn die Adhäsion zur Fortbewegung des Zuges nicht mehr hinreicht. Im ersteren Falle vertheilt sich der Dampf in den beiden äusseren Cilindern und übertritt in der Zahnstangen-Strecke aus diesen in die inneren Cilinder. Doch kann der Dampf aus dem Kessel auch direct in die letzteren Cilinder geleitet werden, und erhält der Regulator zu diesem Behufe eine dreifache Eintheilung.

Die Locomotive ist mit 2 Injectoren und 3 Manometern ausgerüstet, welch' letztere die Spannung im Kessel (12 *kg*), in der Bremsleitung (6 *kg*) und in der Dampfheizung (3 *kg*) anzeigen. Die Fahrgeschwindigkeit wird durch einen Geschwindigkeitsmesser registriert.

Im nachstehenden folgen die Hauptabmessungen der Locomotiven; die zweiten Ziffern bezeichnen die Dimensionen der im Jahre 1890 gelieferten vierten Locomotive:

Gewicht der leeren Locomotive		26·0 (27·6) *t*
„ „ ausgerüsteten „		32·5 (34·6) „
Adhäsions-Gewicht		22·0 (23·0) „
Rostfläche		1·40 m^2
Totale Heizfläche		94·00 „
Anzahl	der Siederohre	141 (154)
Länge	der Siederohre	4·108 *m*
innerer und äusserer Durchmesser .	der Siederohre	0·042—0·045 *m*.
Durchmesser der inneren und äusseren Cilinder		0·36 *m*
Kolbenhub		400 *mm*
Durchmesser der Adhäsionsräder		800 „
„ des Zahnrades		860 „
„ der Tenderräder		555 „
Entfernung der gekuppelten Achsen		3·00 *m*

Totaler Radstand		6·00 *m*
Fassungsraum:	Wasser	3·00 m^3
	Kohle	1·00 „
Länge	der Locomotive	9·32 *m*,
Breite	der Locomotive	2·30 „
Höhe	der Locomotive	3·36 „

Diese Locomotiven haben eine Leistung von 250 HP bei einem Durchschnitts-Gewichte von 125 *kg* per HP, und können einen Zug von 57 *t* über eine, im Radius von 30 *m* gelegene Steigung von 92°/₀₀ befördern.

Die Locomotiven sind mit mehreren Bremsen versehen und zwar:

1. einer Schraubenbremse, welche auf den beiden Adhäsions-Achsen wirkt und beim Verschieben in den Stationen zur Anwendung gelangt;

2. einer sehr kräftigen Bandbremse, welche auf zwei, zu jeder Seite des Zahnrades placierte Scheiben einwirkt, und

3. einer Luftbremse.

Endlich sind die Locomotiven mit dem Apparate für die continuierliche Bremse mit comprimierter Luft (System Klose) ausgerüstet, welche an jedem Zuge mit unbeschränkter Wagenzahl angebracht werden kann und sowohl bei Zugstrennungen wie auch bei Beschädigung eines ihrer Bestandtheile automatisch wirkt.

Der Verbrauch an Feuerungs- und Schmiermaterial stellt sich bei diesen Locomotiven per Nutzkilometer wie folgt:

Briquetts 15·88 *kg* (Preis 48·03 Pf) bei einer Bruttolast von 60·8 *t*, Schmiermaterial 0·14 *kg*=8·61 Pf.

Dieser Verbrauch ist mit Rücksicht auf die grossen Steigungen nicht abnormal, wie der nachstehende Vergleich zeigt:

Die Harzbahn hat eine Spurweite von 1·435 *m* und eine Länge von 30·5 *km*, wovon 7·8 *km* auf die Zahnstange entfallen. Die grösste Steigung beträgt 60°/₀₀, der Curvenhalbmesser 250 *m* in der Zahnstangen- und 180 *m* in der Adhäsionsstrecke; die Frachten bewegen sich in der Gefällsrichtung. Die Locomotiven wiegen 45·74 *t* leer und 55·9 *t* ausgerüstet, das mittlere Zugsgewicht betrug (1887) 97 *t*. Der Verbrauch an Kohle und Schmiermaterial stellt sich auf 13·72 bezw. 0·0677 *kg* per Zugskilometer.

Bei Gegenüberstellung dieser Ziffern muss berücksichtigt werden, dass die Steigungs-Verhältnisse auf der Linie St. Gallen-Gais 92 gegen 60°/₀₀ der Harzbahn betragen und die Züge in beiden Richtungen beladen laufen, während sie auf der Harzbahn bei der Bergfahrt leer verkehren.

Personen- und Güterwagen.

Alle Wagen sind dreiachsig und erhalten auf der Mittelachse ein Bremszahnrad, während die Endachsen die Adhäsionsbremse tragen; sie sind mit einer Schraubenbremse, welche von der Plattform aus bedient werden kann sowie mit einer automatisch wirkenden Luftdruckfederbremse versehen, wobei Pufferfedern die Bremsklötze andrücken, die der Luftdruck abhebt. Sobald der

letztere in der Bremsleitung unter 6 Atm. sinkt, fängt die Bremse zu wirken an; bei einem Drucke von annähernd oder gleich Null sitzt die Bremse fest.

Sobald ein Wagen abgekuppelt wird, ist er auch gebremst und wird erst wieder entbremst, wenn er in in den Zugsverband kommt; für Manöver ohne Locomotiven kann die Bremse, wie jede andere durch eine Spindel gelöst werden. Die Bremse wirkt äusserst verlässlich, selbst bei 25° C.

Wenn auf einer Steigung von 90‰ ein oder mehrere Wagen plötzlich abgehängt werden, so dass die Luftkupplung zerreist, gehen die Wagen keinen Schritt zurück.

Die Personenwagen, 13 an der Zahl, sind mit einem Mittelgange versehen; auf jeder Seite desselben befinden sich in der III. Classe 2 Sitzplätze, in der II. auf der einen 1, auf der anderen Seite 2 Plätze. Die an beiden Wagenenden angebrachten Plattformen sind mit Thüren verschliessbar und werden auf diese Art als Stehplätze ausgenützt, was für eine Touristenbahn sowie an Tagen mit grosser Frequenz von bedeutendem Vortheile ist.

Der Radstand beträgt 4·5 *m*, die Länge von Puffer zu Puffer 7·75 *m*; die übrigen Abmessungen sind in der nachfolgenden Tabelle ersichtlich gemacht:

Wagen-Classe	Plätze incl. Plattform	Tara *kg*	todtes Gewicht pr. Passagier *kg*
II.	29	7300	251·7
II/III.	23	7230	314·3
dtto mit Postabtheilung	26	7140	274·6
III.	40	7000	175·0

Im Durchschnitte entfallen auf einen Kilometer Bahnlänge 31·14, auf eine Achse 11·17 Plätze.

Die Personenwagen haben Dampfheizung mit Rippenkörpern.

Die Güterwagen haben 10 *t* Tragfähigkeit; sie wiegen durchschnittlich 5940 *kg*, somit 1980 *kg* per Achse und 595 *kg* pro Tonne Tragkraft, und sind mit der Leitung für Dampfheizung ausgerüstet.

Fahrgeschwindigkeit.

Die mittlere Fahrgeschwindigkeit der Züge von St. Gallen nach Gais beträgt 10·5, in umgekehrter Richtung 11·2 *km*. Als Norm gilt: auf der Adhäsionsbahn darf die Geschwindigkeit in der Geraden und in Curven mit grosen Radien bei weniger als 20‰ Neigung 25 *km*, auf stärkeren Neigungen 18 *km* erreichen; in scharfen Curven, sowie durch Ortschaften darf nur mit 10 *km* in der Stunde gefahren werden. In der Zahnstangenstrecke beträgt die Fahrgeschwindigkeit 12 *km*.

Unter günstigen Verhältnissen können die angegebenen Geschwindigkeiten selbst auf 40, bezw. 25 und 15 *km* gesteigert werden.

Zusammenstellung der Züge.

Gegenwärtig verkehren auf der Appenzeller Strassenbahn nur gemischte Züge, weil dieselbe täglich fünf Personen führende Züge in jeder Richtung, und am Mittwoch und Samstag noch je einen Zug mehr in Verkehr zu setzen verpflichtet ist.

Im Jahre 1890 bestand ein solcher von einer Locomotive gezogener Zug durchschnittlich aus 9·71 Personen- und 2·03 Güterwagen-Achsen; Nachschub-Locomotiven dürfen auf dieser Linie nicht verwendet werden.

Die Wasserstationen sind in der grössten Steigung (92‰) 10·6 *km* von einander entfernt; das Wasser wird aus öffentlichen Hydranten bezogen, auf welche ein Standrohr sammt Bogen fest aufgeschraubt und daran ein Einlaufrohr angehängt wird.

Leistung der Fahrbetriebsmittel.

Geführt wurden: Personenzüge 50.566, Güterzüge 845 *km*.

Die Fahrbetriebsmittel haben geleistet:

53.117 Locomotiv-Kilometer (per Maschine 15.623 *km*), die Personenwagen 499.024 Achskilometer, oder per Achse 12.795 *km*; die Güterwagen 104.547 Achskilometer bezw. 2.178 *km*.

Im Durchschnitte wurden die Personenwagen mit 28·54, die Güterwagen mit 23·1% ausgenützt. Befördert wurden 206.343 Passagiere und 7.390 *t* Güter; der kilometrische Personenverkehr betrug 113.591, der Güterverkehr 5.755 *t*.

Die II. Classe participierte an dem gesammten Personen-Verkehre mit 14·24, die III. Classe mit 85·76%.

Tarife.

Die Personen-Tarife betragen per Person und Kilometer:

für die II. Classe 0·12 Frcs=9·6 Pf,
„ „ III. „ 0·10 „ =8·0 „

Kinder unter 3 Jahren sind frei, Kinder über 3 Jahre bis zu 10 Jahren zahlen die Hälfte obiger Preise.

Jeder Passagier darf Gepäcksstücke bis zu 10 *kg* in das Coupé mitnehmen, vorausgesetzt, dass dadurch die Mitreisenden nicht belästigt werden; für Uebergewicht wird eine Taxe von 0·10 Frcs=8 Pf per 100 *kg* und *km* bei einem Mindestbetrage von 0·40 Frcs=32 Pf eingehoben.

Für Eilgüter gelangt der Satz von 0·09 Frcs=7·2 Pf für 100 *kg* und 1 *km* zur Einhebung, für gewöhnliche Güter 0·04 bezw. 0·045 Frcs=3·2 bezw. 3·6 Pf; der geringste zu zahlende Betrag ist im Güterverkehre mit 0·40 Frcs=32 Pf bemessen.

Die für Wagenladungen zu 5 und 10 *t* giltigen Tarife lauten:

Spezial-Tarif	bei Aufgabe von 5 *t*	bei Aufgabe von 10 *t*
I	0·32 Fr=25·6 Pf	0·30 Fr=24·0 Pf
II	0·30 » =24·0 »	0·28 » =19·4 »
III	0·24 » =19·2 »	0·20 » =16·0 »

Die Billet-Ausgabe in den Haltestellen wird von den Besitzern der angrenzenden Wirtschaften gegen eine kleine Entschädigung besorgt (25 Frcs = 20 Mk pro Jahr plus 1% der Brutto-Einnahme der betreffenden Haltestelle).

Einnahmen.

Im Jahre 1890 betrugen die Einnahmen aus dem Personen-Verkehre 110.507 Mk, somit 7.893 Mk per Kilometer oder 80·50% der Gesammt-Einnahmen; von einem Passagier wurden durchschnittlich 53·5 Pf, für jedes Personen-Kilometer 6·94 Pf eingehoben.

Aus dem Güterverkehre wurden 25.089 Mk (1792 Mk per Bahnkilometer, 18·30% Antheil) Einnahmen erzielt; eine Tonne Gut brachte im Mittel 339·2 Pf ein.

Die Gesammt-Einnahmen erreichen im ganzen 137.213 Mk (9.801 Mk per Bahnkilometer, 22·73 Pf für jedes Achskilometer).

Ausgaben.

Die Ausgaben betragen 115.451 Mk oder 8.246 Mk für den Bahnkilometer und 19·12 Pf per Achskilometer. Der Betriebs-Coëfficient stellt sich demnach auf 78·70%.

Die Au. gaben sind in der nachfolgenden Tabelle im Detail nachgewiesen:

	im ganzen Mk	per Bahnkilometer Mk	per Achskilometer Pf	in %
Allgemeine Verwaltung	9.083	648	1·50	7·87
Bahnaufsicht und Bahnerhaltung	23.999	1.714	3·97	20·79
Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst	53.765	3.840	8·90	46·57
Verkehrs- und commercieller Dienst	21.142	1.510	3·50	18·31
verschiedene Ausgaben	7.462	534	1·25	6·46
zusammen	115.451	8.246	19.12	100·00

Der Ueberschuss stellt sich auf 21.762 Mk (für den Bahnkilometer 1.554 Mk, per Achskilometer 3·61 Pf); das Anlage-Capital (108.800 Mk per Kilometer) hat sich demnach mit 2·76% verzinst.

Die Brünig-Bahn.

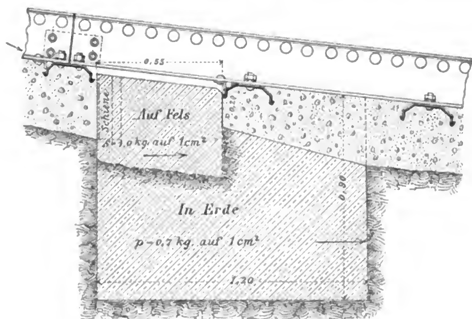
Die Brünig-Bahn, welche im Betriebe der Jura-Simplon Bahn steht, hat eine Spurweite von 1·00 *m* und eine Länge von 57·73 *km*. Hievon entfallen auf die Adhäsionsbahn 48·73, auf die Zahnstange (in 4 Sectionen) 9·0 *km*; in der ersteren beträgt die grösste Steigung 25, in der Zahnstangenstrecke 120°/₀₀, der Krümmungshalbmesser 120 *m*.

Oberbau.

Die Schienen sind 110 *mm* hoch, am Kopfe 50, am Fusse 90 und am Stege 9 *mm* breit; dieselben wiegen 24·2 *kg* für den Currentmeter. Unter die, 9·594 *m* lange Normalschiene werden 11 Schwellen verlegt; als Stossverbindung dienen kräftige Winkellaschen von 610 bezw. 500 *mm* Länge und 5·66 resp. 4·70 *kg* Gewicht.

Als Schienenunterlagen werden theils imprägnierte Eichenschwellen von 1900 *mm* Länge, 200 *mm* Breite und 140 *mm* Höhe, theils eiserne Querschwellen von 1850 *mm* Länge verwendet; dieselben sind oben 110, unten 218 *mm* breit, 75 *mm* hoch und 7 *mm* stark. Von der gesammten Geleiselänge kommen auf den eisernen Oberbau 42·98, auf den hölzernen 23·95 *km*.

Die Stärke der Bettung unter dem tiefsten Punkte der Schwellen beträgt auf weichem Boden 19, über Felsen 34 *cm*.



Die Zahnstange (System Riggenbach) besteht aus 135 *mm* breiten Staffeln von 36 *mm* Durchmesser, welche die Schienen-Oberkante um 62·5 *mm* überragen. Die Wangen, welche die Staffeln tragen, werden am Stege 12, in Steigungen über 100°/₀₀ aber 14 *mm* stark gehalten. Die Theilungslinie der 3198 *mm* langen Segmente beträgt 100 *mm*.

Die Einfahrtsstücke sind 1900 *mm* lang und ruhen auf Volutfedern, welche den zu Normalpuffern von Güterwagen bestimmten Federn gleich sind.

Gegen das Wandern des Oberbaues werden in Gefällen über 100°/₀₀ in Distanzen von 50—70 *m* Betonblöcke (Hemmsporen) ausgeführt, welche 1·00 *m* hoch und 1·15 *m* breit sind; in den Block sind in einem Abstande von 35 *cm* rechts und links der Zahnstange Schienenstücke eingelassen, an welche sich die Stosschwelle stützt. Ein weiteres Mittel gegen das Wandern bilden eiserne Winkel, welche die Wangen am Fusse verbinden und sich gegen die Stosschwellen stützen; sie sind 270 *mm* lang, 11 *mm* stark und greifen 50 *mm* tief in die Bettung.

Locomotiven.

Für die Adhäsions- und Zahnstangenstrecken werden verschiedene Locomotiv-Typen verwendet; ihre Hauptabmessungen sind:

		Berg-Locomotiven	Locomotiven für Thalfahrten
Adhäsions-Gewicht	*t*	21·5	24·0
Radstand	*mm*	2400	2500
Triebrad-Durchmesser	„	800	1000
Cilinder-Durchmesser	„	340	310
Kolbenhub	„	480	480
		Die Maschinen arbeiten mit Zahnrad Uebersetzung 1 1·85	
Rostfläche	m^2	1·0	0·85
totale Heizfläche	„	55·0	56·5
Dampfdruck	Atm.	12	12
Der Locomotive grösste Länge	*m*	6·7	7·0
Breite	„	2·3	2·3
Höhe	„	3·6	3·8
Fassungsraum: Kohle	m^3	0·8	1·5
Wasser	„	2·4	2·5
Leistung in Pferdekräften	HP	200—250	200
Zugkraft	*kg*	9000	3000

Die Berg-Locomotiven befördern auf der Zahnradstrecke über Rampen von 120°/₀₀ noch einen Zug von 40 *t* excl. Locomotive mit 10 *km* per Stunde,

auf der Adhäsionsstrecke über Steigungen von 25‰ einen solchen Zug mit 25 *km* Geschwindigkeit.

Die für die reinen Adhäsionsstrecken construierten Locomotiven führen Personen-Züge von 100 *t* Belastung mit einer Geschwindigkeit bis zu 45 *km* in der Stunde, welche Fahrgeschwindigkeit den bei den normalen Hauptbahnen üblichen Personenzugs-Geschwindigkeiten gleichkommt; in den Zahnradstrecken ist die Maximal-Geschwindigkeit mit 13, in den zwischenliegenden Adhäsionsstrecken der Bergbahn mit 20 *km* in der Stunde festgesetzt.

Wagen.

Die Personen-Wagen sind theils mit, theils ohne Seiten-Gallerie versehen; die Dimensionen derselben sind:

Ganze Länge von Puffer zu Puffer	9·780 *m*,
„ „ des Wagenkastens	7·690 »
Breite des Wagens incl. Seitengang . . .	2·700 »
„ „ „ ohne „ . . .	1·930 »
Höhe des Wagenkastens	2·330 »
„ „ Daches über Schienen-Oberkante .	3·100 »
Totaler Radstand 2 × 3·000 = ...	6·000 »
Anzahl der Plätze (4 Coupés à 6 Plätze) . .	24
Tara des Wagens	7.700 *kg*
Todtes Gewicht per Passagier	320 »



Personenwagen I. Cl., 9·78 m. lang, 24 Sitzplätze.
Schweiz. Industrie-Gesellschaft in Neuhausen bei Schaffhausen.

Die Wagen sind mit automatischer Klose'scher Dampffeder-Bremse ausgerüstet, ebenso mit Dampfheizung. Die Bremse wirkt sowohl auf die mittlere Zahnradachse als auf die beiden äusseren Adhäsions-Radsätze. Die Bestuhlung besteht in bequemen Fauteuils in Rohrgeflecht, welche in den Nichtraucher-Coupés mit gestickten Sitz- und Rückenkissen belegt sind. Diese Wagen laufen sowohl auf der Thalstrecke als auch in der Zahnstangen-Strecke.

Betriebs-Ergebnisse (1890).

Der Stand an Fahrbetriebsmitteln betrug

14 Locomotiven (0·24 per *km* Betriebslänge),

46 dreiachsige Personenwagen mit 1.614 Plätzen (per *km* 27·95, per Achse 11·69 Plätze),

23 zwei- und dreiachsige bedeckte Güterwagen (Tragfähigkeit per Achse durchschnittlich 3.962 *kg*) und

12 zweiachsige offene Güterwagen (Tragfähigkeit per Achse 5000 *kg*).

Geleistet wurden

295.319 Locomotiv-Kilometer (per Locomotive 21.094 *km*),
1,624.077 (per *km* 28.132) Personenwagen- und
859.964 (» » 14.896) Güterwagen-Achskilometer,

somit im ganzen 2,484.041 und per Bahnkilometer 43.028 Achskilometer.

Jede bewegte Personenwagen-Achse war im Durchschnitte mit 3·14 Personen besetzt; die Tragfähigkeit der Güterwagen wurde mit 11·20% ausgenützt.

Der Aufwand (Materialwert) für das Schmieren und Putzen der Locomotiven betrug 2·55 Pf per Locomotiv-Kilometer, für die Schmierstoffe der Personen- und Güterwagen-Achsen 0·0105 Pf per Achskilometer; die Erhaltung der Personenwagen kostete für jede Achse 37 Mk, per Platz 3·23 Mk, für jeden Personenwagen-Achskilometer 0·32 Pf; die der Lastwagen per Achse 72 Mk und per Lastwagen-Achskilometer 0·67 Pf.

Befördert wurden:

a) 280.256 Personen mit 5,106.852 Personen-Kilometern. Der specifische Verkehr betrug 88.461 Personen; an demselben participierten

Die I. Wagen-Classe mit . 5·88%,
„ II. „ „ „ . 17·32%,
„ III. „ „ „ . 76·80%.

b) 19.029 *t* Güter mit 371.728 Tonnen-Kilometern (per Bahnkilometer 6.439 *t*).

Eingenommen wurden:

aus dem Personen-Verkehre 434.472 Mk (per Bahnkilom. 7.525 Mk, für den Personen-Kilometer 8·50 Pf);

aus dem Güter-Verkehre 102.903 Mk (per Bahnkilom. 1.782 Mk, für den Achskilometer 11·96 Pf, für den Tonnenkilometer 27·68 Pf);

aus sonstigen Quellen 18.451 Mk (per Bahnkilometer 319 Mk). Daher Gesammt-Einnahmen 555.826 Mk, (per Bahnkilom. 9.626 Mk, für den Achskilometer 22·37 Pf).

Hievon entfallen:

auf den Personen-Verkehr . .	78·2%,
„ „ Güter-Verkehr . . .	18·5%,
aus sonstigen Quellen . . .	3·3%.

Die Ausgaben betrugen:

für Bahnaufsicht und Bahnerhaltung im ganzen 62.439 Mk (per Bahnkilometer 1.081 Mk, per Achskilometer 2·51 Pf); hievon entfallen auf die Erhaltung des Unterbaues 23·6%, des Oberbaues 23·0%.

Für den Verkehrs- und commerciellen Dienst 90.691 Mk (per Bahnkilometer 1570 Mk, für den Achskilometer 3·67 Pf).

Für den Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst 122.857 Mk (per Bahnkilometer 2.128 Mk, für den Achskilometer 4·94 Pf). Hievon entfallen: auf Brennstoff 33·5%, auf Erhaltung der Locomotiven und Tender 10·5%, auf Erhaltung der Personenwagen 4·3%, auf Erhaltung der Lastwagen 4·6%.

Die Gesammt-Ausgaben betragen 275.987 Mk, oder per Bahnkilometer 4.779 Mk, per Achskilometer 11·12 Pf.

An diesen Ziffern participierte

die Bahnaufsicht und Bahnerhaltung mit	22·62%,
der Verkehrsdienst mit	32·86%,
die Zugförderung mit	44·52%.

Der Betriebs-Coëfficient beträgt 49·65%.

Der Überschuss beläuft sich auf 279.839 Mk, somit per Bahnkilometer auf 4.847 Mk, per Achskilometer auf 11·26 Pf. Das Anlage-Capital (116.960 Mk für den Kilometer) hat sich demnach mit 4·14% verzinst.

Die bosn. herc. Staatsbahn Sarajevo-Metković.

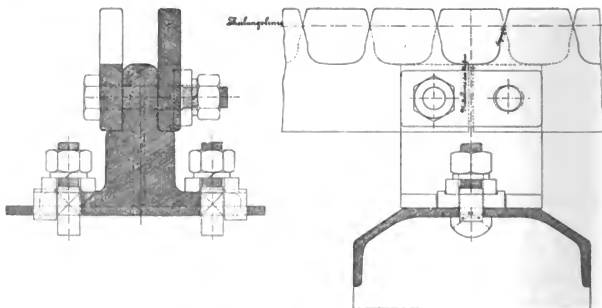
Die bosn. herc. Staatsbahn Sarajevo-Metković ist als combinierte Adhäsions- und Zahnstangenbahn nach dem Abt'schen Systeme mit 76 *cm* Spurweite ausgeführt. Die erste Theilstrecke Metković-Mostar wurde am 13. Juni 1885, die letzte, an die Bosna-Bahn anschliessende Strecke Ostrožac-Sarajevo am 1. August 1891 dem Betriebe übergeben. Die ganze Bahn hat eine Länge von 177·1 *km*, wovon 18·883 *km* in 6 Strecken auf die Zahnstange entfallen. Die Trace steigt in der Adhäsionsstrecke bis mit 15, in der Zahnstangenstrecke bis mit 60‰ an.

Der kleinste Radius beträgt in der Strecke Metković-Mostar 100, Mostar-Ostrožac 80, Ostrožac-Sarajevo, welche die Zahnstange enthält, 125 *m*; zwischen Contra-Curven wurden im Minimum 30 *m* lange Geraden eingelegt. Die Unterbaukrone ist durchwegs 3·00 *m* breit.

Die Niveaubrüche werden mit 1000 *m* Radien abgerundet; in den Uebergängen von den Adhäsions- in die Zahnstangenstrecken reicht die Zahnstange 30 *m* über den Anfang des Abrundungsbogens in die Adhäsionsstrecken hinein.

Oberbau.

In der Theilstrecke Metković-Konjica, welche mit Bissel- und Radial-Locomotiven, wie sie die bosn. herc. Staatsbahn Doboj-Simin Han bezw. die



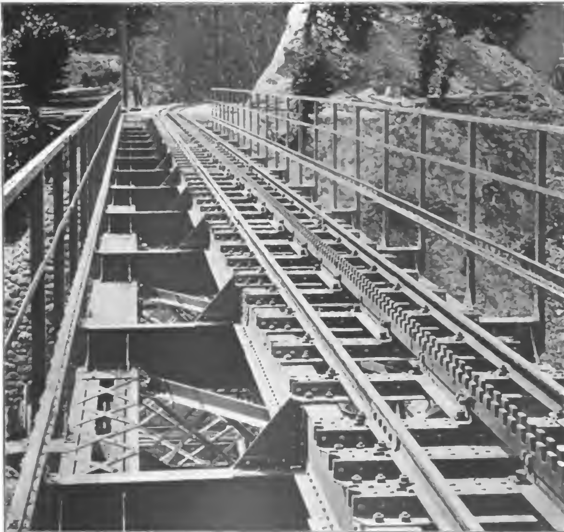
Stossverbindung in der Zahnstange.

k. und k. Bosnabahn besitzen, befahren werden, wurden 17·65 und 17·8 *kg* schwere Stahlschienen von 90 *mm* Höhe, 42 *mm* Kopf- und 75 *mm* Fussbreite eingelegt. Die Schienen in der mit Zahnrad-Locomotiven befahrenen Strecke Konjica-Sarajevo haben 10·8 *m* Länge; sie sind 100 *mm* hoch, am Kopfe 46, im Stege 10, am Fusse 90 *mm* breit. Dieselben wiegen 21·8 *kg* per Currentmeter und gestatten bei einer Schwellen-Entfernung von 90 *cm* einen Achsdruck von 8·4 *t*. Die Stossverbindung erfolgt durch Winkellaschen von 4·66 bezw. 4·81 *kg* Gewicht.

Der Zahnstangen-Oberbau ruht auf Querschwellen aus Bessemereisen von 1·6 *m* Länge und 31·1 *kg* Gewicht; die Schienen liegen auf Unterlagskeilen und sind nach dem Systeme Heindl befestigt.

Die Zahnstange besteht aus zwei Lamellen mit versetzten Stössen von 20 *mm* Dicke und 110 *mm* Höhe; die Theilung beträgt 120 *mm*. Eine Lamelle ist 1800 *mm* lang und wird von 3 Stühlen aus Stahlguss unterstützt, die ihrerseits ebenfalls nach System Heindl auf den Schwellen befestigt sind, während je zwei Schrauben die Lamellen tragen.

Die normale Entfernung der Querschwellen beträgt 900 *mm* und musste mit Rücksicht auf die Zahnstangen-Eintheilung genau eingehalten werden.



In den Curven sind die Zahnstangen-Lamellen einfach nach dem jeweiligen Radius gebogen, sonst aber ganz normal verlegt und befestigt, da ihre geringe Länge keine weiteren Rücksichtnahmen erheischt. Behufs Ueberführung der Zahnstange vom Dammkörper auf die Tragconstruction offener Objecte, wobei die Einhaltung der normalen Schwellen-Entfernung nicht immer thunlich war, wurden eigene längere Sattelstücke, die über zwei Schwellen reichen und die Zahnstange ihrer ganzen Länge nach unterstützen, eingeschaltet.

Die Einfahrtsstücke bestehen aus abnormalen, an die currente Zahnstange angelenkten, auf Blattfedern ruhenden Zahnlamellen, welche in einem Gleitstücke enden, und beim Auffahren der Zahnräder durch die Zähne derselben solange niedergedrückt werden, bis der richtige Eingriff der letzteren erfolgt.

Bei der vorstehend abgebildeten 55 *mm* weiten Luka Brücke, welche in einer Steigung von 30‰ liegt, musste, da grössere Dilatationsspielräume in der Zahnstange unstatthaft sind, die Dilatation der Zahnstange von jener der Brücken-Construction unabhängig gemacht werden; zu diesem Behufe sind die Löcher für die Fussschrauben in den Zahnstangensätteln länglich ausgebildet, so dass sich die Eisen-Construction unter der Zahnstange frei bewegen kann.

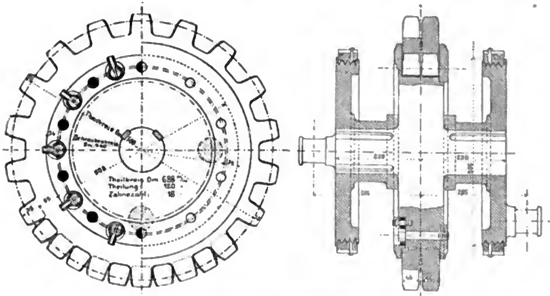
Locomotiven.

Die in der Strecke Sarajevo-Konjica zur Verwendung gelangten combinierten Zahnrad-Locomotiven System Abt ruhen auf vier Achsen, von welchen die drei vorderen, die Adhäsionsachsen, in dem Hauptrahmen der Maschine festgelagert und miteinander gekuppelt sind, während die vierte als Laufachse in einem eigenen beweglichen Gestelle gelagert ist und sich daher in den Curven, deren kleinster Radius 125 *m* beträgt, radial einstellen kann. Die Adhäsionsbewegung erfolgt von den ausserhalb des Rahmens angeordneten Cylindern auf die dritte Achse als Treibachse, welche mit der ersten und zweiten durch Kuppelstangen verbunden ist. Für die Steuerung wurde das System Heusinger gewählt.

Die erste und dritte Achse tragen innerhalb des Maschinenrahmens das Zahnradgestelle. Dasselbe besteht aus zwei schmiedeeisernen Framebalken, die in Lagern enden, mittelst welcher sie an den Achsen hängen. Sie sind gegenseitig zu einem Rahmen verbunden und dienen zur Lagerung der beiden Zahnradachsen, welche zwischen der ersten und zweiten, und zwischen der zweiten und dritten Adhäsionsachse situirt sind. Jede derselben trägt in ihrer Mitte zwei an einander liegende Zahnscheiben, welche in die zweitheilige Zahnstange eingreifen, und wird mittelst zu beiden Seiten der Framebalken liegender Kurbeln und Schubstangen angetrieben. Jede der letzteren empfängt ihre Bewegung von einem gemeinsamen Kreuzkopfe, welcher demnach die Kuppelung der beiden Zahnstangen übernimmt. Die Aufhängung des Zahnradgestelles auf den Locomotivachsen bewirkt, dass der Zahneingriff unbeeinflusst bleibt von den durch die Tragfedern ermöglichten Bewegungen des Maschinenrahmens.

Um auch den Einfluss der Tyresabnützung auf den Zahneingriff aufzuheben, sind die Zahnradachsen mittelst Beilagen im Lager verstellbar, so dass bei

fortschreitender Abnützung von 8 zu 8 *mm* die Beilagen ausgewechselt und so die Zahnräder wieder in den richtigen Eingriff gebracht werden können. Um möglichst viele Zähne in Eingriff zu bringen, sind die Zahnradachsen in einem Abstande von 1170 *mm* d. i. von $9^3/_4$ Zahntheilungen zu 120 *mm* angeordnet und weiters die



Locomotiv-Zahnrad.

beiden Zahnstangen, sowie dementsprechend auch die beiden Zahnscheiben jeder Achse um die halbe Theilung, d. i. 60 *mm* gegeneinander versetzt.

Kleine Differenzen, welche in der Zahntheilung auftreten können und aus Dilatation, Curven oder Fabricationsfehlern entspringen, können zwar der Bewegung des Zahnrades nicht hinderlich sein, da ein Eingriff durch die Nachbarlamellen sichergestellt ist. Um aber einer ungleichmässigen Vertheilung des Zahndruckes zu begegnen, wird den einzelnen Zahnscheiben eine gewisse Beweglichkeit gegeben, und werden die Zahnräder lose auf die Achsen aufgesteckt; gegen seitliches Verschieben sind dieselben durch die beiderseits auf die Achsen festgekeilten Bremsrollen gesichert. In der Arbeitsrichtung tragen diese Scheiben an ihren inneren Rande eine Anzahl Einkerbungen, in welche lyraförmige Federn aus Stahl eingreifen. Dimension, Anzahl und Härte der Federn sind so gewählt, dass jede Scheibe in ihrer normalen Lage nur einem bestimmten Zahndrucke zu widerstehen vermag. Ist nun eine Scheibe nicht im Eingriffe, fällt ihr also ein grösserer Druck zu, so muss die andere Scheibe den gesammten, auf die Achse entfallenden Zahndruck von circa 1800 *kg* allein aufnehmen; dadurch werden die anderen Federn, welche blos einem Drucke von 900 *kg* entsprechend gespannt sind und von 130 *kg* an zu spielen beginnen, mehr belastet, biegen sich und dreht sich die Zahnscheibe infolge dessen auf ihrem Sitze solange, bis sie Widerstand leistet, also ebenfalls in Eingriff gelangt.

Durch diese Construction findet eine sehr gute Vertheilung des Zahndruckes statt, gleichzeitig werden auch allfällige Theilungsfehler der Zahnstange noch weiter ausgeglichen, als dies bereits durch die verschränkte Stellung geschehen ist.

Die Zahnrad-Locomotiven gemischten Systems besitzen 4 Cilinder und daher auch eine vollständige Trennung des Zahnrad- und Adhäsions-Mechanismus einschliesslich der Steuerung. Die zum ersteren gehörigen Dampfcilinder sind innerhalb des Hauptrahmens unter einander verschraubt und bilden gleichzeitig die Verbindung der beiden Rahmenbleche sowie das vordere Auflager für den Rundkessel. Die Schieberkasten sind an den Cilindern seitlich aussen über den Rahmen angeordnet und so wie die vorderen frei über der Rahmenbrust liegenden abnehmbaren Cilinderdeckel leicht zugänglich. Die Steuerung ist des beengten Raumes wegen nach dem Systeme Joy ausgeführt. Hiebei wird die Bewegung von der Treibstange der rückwärtigen Zahnradachse abgeleitet und mittelst Zwischenwelle nach aussen auf die Schieber übertragen. Sowohl beim Adhäsions-, wie beim Zahnradmechanismus sind Hall'sche Kurbeln angewendet; für beide sind am Führerstande getrennte, von einander unabhängige Reversirvorrichtungen, aus Schraube und Mutter bestehend, angeordnet, welche beide Füllungen bis zu 75% gestatten. Auch für die Dampfleitungen zu den inneren und äusseren Cilinderpaaren sind getrennte Regulatoren mit den entsprechenden Handhebeln am Führerstande vorhanden.

Da es von Wichtigkeit ist, dass vor dem Einfahren der Maschine in die Zahnstange der Zahnrad-Mechanismus bereits in langsamen Gang gebracht ist, so ermöglicht eine Vorrichtung, bestehend aus einer verticaten Welle mit oscillirender farbiger Scheibe, welche von der Schieberstange der inneren Steuerung bewegt wird, den Gang des Zahnrad-Mechanismus vom Führerstande zu beobachten. Dies in Verbindung mit den federnd gelagerten Einfahrtsstücken der Zahnstange, sowie den federnd aufgezogenen Zahnradkränzen, bewirkt nun ein absolut stoss- und geräuschloses Einfahren der Maschine in die Zahnstange.

Die Locomotive besitzt vier verschiedene Bremsvorrichtungen, und zwar:

1. eine Klotzbremse an den Adhäsionsrädern der zweiten und dritten Achse, welche mittelst Spindel und Handkurbel vom Heizerstande aus angezogen wird;

2. eine Bandbremse, welche auf die Zahnradachsen wirkt und aus vier Stahlbändern mit metallenen Bremsklötzen besteht, deren Umfang mit keilförmigen Nuten versehen ist; sie wird ebenfalls mittelst Spindel und Handkurbel vom Führerstande aus bethätigt;

3. eine Luftbremse für die Adhäsionscilinder und

4. eine ebensolche für die Zahnradcilinder; die beiden letzteren werden auf der Thalfahrt continuierlich angewendet

Weiters befinden sich noch auf der Maschine die Einrichtung zur Dampfheizung der Wägen und ein Geschwindigkeitsmesser, System Klose, welcher mittelst Friction vom Tyre des rückwärtigen Laufrades betrieben wird. Für die Kolben und Schieber ist die centrale Schmierung nach dem Systeme Kernaul vom Führerstande aus eingerichtet. Die Wasser- und Kohlenkasten sowie das Führerhaus sind auf dem beweglichen Drehgestelle situiert, u. z. die ersteren zu beiden Seiten des Stehkessels, der Kohlenkasten aber als rückwärtiger Abschluss des Führerstandes. Die Speisung des Kessels erfolgt mittelst saugender Injectoren, System Friedmann.

Der Rahmen des Drehgestelles ist mit dem Hauptrahmen der Maschine vor dem Stehkessel derart gekuppelt, dass sowohl eine horizontale Verdrehung in den Curven, als auch eine verticale Bewegung mit Rücksicht auf das verschiedene Spiel der Federn möglich ist. Das auf die Laufachse entfallende Gewicht der vorderen Locomotiv-Construction wird unmittelbar hinter dem Stehkessel mittelst Blechspiralfedern und Keilplatten auf das Drehgestelle übertragen, so dass bei der Verschiebung in den Krümmungen die Tendenz zur Wiedererlangung der ursprünglichen Mittelstellung geweckt wird. Bemerkenswert ist endlich noch die Anordnung der Tragfedern über der zweiten und dritten Achse, welche gewählt wurde, um trotz der Unmöglichkeit, die Tragfeder der dritten Achse unmittelbar über derselben zu lagern, gleiche Federn für alle drei Achsen verwenden zu können.

Die Hauptdimensionen der Locomotiven sind:

Rostfläche			1·2 m^2			
Heizfläche			70·0 »			
Effective Dampfspannung			12 Atm.			
Cilinder-Durchmesser:	Adhäsions-Mechanismus		340 *mm*,	Zahnrad-Mech.		300 *mm*,
Kolbenhub:	»	»	450 »	»	»	360 »
Triebrad-Durchmesser:	»	»	800 »	»	»	688 »
Zugkraft:	»	»	ca 4000 *kg*,	»	»	2.800 *kg*
Wasserraum			2·75 m^3			
Brennstoffraum			2·00 „			
Dienstgewicht			30·1 *t*.			

Die Leistung des Zahnrad-Mechanismus beträgt 110 *t* gezogene Last auf einer Steigung von 35‰ mit 9 *km*, bezw. 60 *t* auf 60‰ Steigung mit 8 *km* Geschwindigkeit per Stunde; mit dem Adhäsions-Mechanismus wird eine Geschwindigkeit von 35 *km* in der Stunde erzielt.

Ergebnisse des Betriebsjahres 1891.

Die Betriebslänge betrug im Jahresdurchschnitte mit Rücksicht auf die, am 1. August 1891 erfolgte Eröffnung der Strecke Konjica-Sarajevo 145·5 *km*.

Einschliesslich der Arbeitszüge wurden 146.419 Zugs- und 4,276.615 Wagen-Achskilometer zurückgelegt; die Maximalleistung einer Locomotive erreichte 14.806 *km*.

Befördert wurden:

136.738 Personen (mit 4,468.085 Personen-Kilometer),
482 *t* Gepäck,
72 *t* Eil- und
33.816 *t* Frachtgüter (2,367.636 Netto-Tonnen-Kilometer).

Die Einnahmen betrugen im ganzen 427.874 Mk; hievon entfallen auf:

Personenbeförderung	120.357	Mk (per Personen-Kilometer 2·66 Pf),
Gepäcksverkehr	9.975	»
Eilgutverkehr	1.838	»
Frachten	281.720	»
verschiedene Quellen . . .	13.984	»

An diesen Einnahmen participierte:

Der Personen-Verkehr mit . 30·9%
» Güter- » » . 65·8 »
Die verschiedenen Einnahmen 3·3 »

Die Repartition auf Betriebs-Einheiten ergibt:

Einnahmen per Bahnkilometer . . . . . 2.945 Mk,
» Wagen-Achskilometer 10·0048 Pf,
» 1000 Brutto-Tonnen-Kilom. 43·14 Mk.

Die Betriebs-Ausgaben stellten sich auf 489.470 Mk, und vertheilen sich wie folgt:

a. allgemeine Verwaltung . . . . 24.782 Mk
b. Bahnaufsicht und Bahnerhaltung . 211.597 »
hierin ist ein Betrag von 20.081 Mk für Auswechslung verfaulter Schwellen, und von 13.274 Mk für Behebung von Elementarschäden durch Wolkenbrüche und Hochwässer inbegriffen.
c. Verkehrs- und commercieller Dienst 114.747 Mk, und zwar:
Centralleitung . . . . 13.606 Mk
Stationsdienst . . . . 76.641 »
Fahrdienst . . . . . 24.500 »
d) Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst 138.344 Mk
und einzeln: Centralleitung . . . . 3.847 »
Zugförderung . . . . 111.742 »
Erhaltung der Locomotiven . . . . 15.175 »
» » Wagen . . . . 7.580 »

Nachdem die, zu Anfang des Betriebes unvermeidlichen Schwierigkeiten beim Befahren der Steilrampen bereits glücklich überwunden sind, kann auf ein Sinken der Selbstkosten schon für die nächste Zeit gerechnet werden, umsomehr als sich der Berrieb auf den stark geneigten Bahnstrecken nunmehr in vollkommen zufriedenstellender Weise abwickelt und auch der Verkehr in fortwährender Steigerung begriffen ist.

In erster Linie waren es die Locomotiv-Feuerungskosten, welche das Ausgaben-Conto vertheuerten, indem dieselben die Höhe von 6·07 Mk per 1000 Brutto-Tonnen-Kilometer erreichten, auf deren Restringierung daher unausgesetzt und mit bestem Erfolge hingearbeitet wird.

Die Eisenbahn Visp-Zermatt.

Diese mit einer Spurweite von 1·00 *m* ausgeführte Eisenbahn gemischten Systems überwindet bei 35·289 *km* Länge einen Höhenunterschied von 955 *m*. In der Steigung liegen 28·6 *km*, wovon auf die Zahnstange in 6 Sectionen 7·4 *km* (grösste Steigung 125‰) entfallen, während die Adhäsionsstrecke mit höchstens 25‰ ansteigt.

In der letzteren vertheilen sich die Neigungs-Verhältnisse

bis zu 15‰	auf eine Länge von	11·6 *km*,
„ „ 20 „	„ „ „ „ „	4·5 „
„ „ 25 „	„ „ „ „ „	5·5 „

in der Zahnstangen-Strecke

60‰	auf eine Länge von	385 *m*
70 „	„ „ „ „	417 „
75 „	„ „ „ „	635 „
90 „	„ „ „ „	317 „
100 „	„ „ „ „	1482 „
103 „	„ „ „ „	282 „
120 „	„ „ „ „	1589 „
125 „	„ „ „ „	575 „

Von Bögen wurden eingelegt:

	1	Bogen von	50 *m* Radius in einer Länge von	100 *m*,	in Bahnhöfen
	1	„ „	60 „ „ „ „ „ „	15 „	
	108	„ „	80 „ „ „ „ „ „	4775 „	
	109	„ „	100 „ „ „ „ „ „	5255 „	
	14	„ „	110—150 „ „ „ „ „ „	931 „	
	49	„ „	200—1000 „ „ „ „ „ „	4335 „	
zusammen	282	Bögen in einer Gesammtlänge von	. . .	15.411 *m*.	

Oberbau.

Der Oberbau besteht aus 24·2 *kg* schweren Stahlschienen von 110 *mm* Höhe, 50 *mm* Kopf-, 90 *mm* Fuss- und 9 *mm* Stegbreite. Die Stossverbindung erfolgt durch 600 *mm* lange Winkellaschen, von denen die inneren 5·49, die äusseren 5·47 *kg* wiegen. Die 10·556 *m* lange Normalschiene liegt auf 13 Eisenschwellen, welche 1·85 *m* lang, an der Basis 234, an der Auflagefläche 110 *mm* breit und 85 *mm* hoch sind; dieselben wiegen 37·8 *kg* per Stück.

Die Schienen sind mittelst Hakenbolzen von 280 *g* und Keilen von 265 und 325 *g* Gewicht (System Roth und Schüler) an den Schwellen befestigt.

Die Zahnstange System Abt besteht aus 2 Lamellen von je 25 *mm* Stärke für Rampen von 100‰ und darüber, und von 20 *mm* für Rampen unter 100‰; die Einfahrten sind analog denen der bosn.-herc. Staatsbahn Sarajevo-Metković angeordnet.

Beim Übergange aus der Adhäsions- in die Zanstangenstrecke reicht die Zahnstange auf eine Zugslänge, d. i. 50 bezw. 30 *m* in die Adhäsionsstrecke.

Die Kronenbreite der Dämme beträgt 3·60 *m*, die Höhe der Bettung 30–45 *cm*. Die Gefällsbrüche werden mit einem Radius von 1000 *m* ausgeglichen.

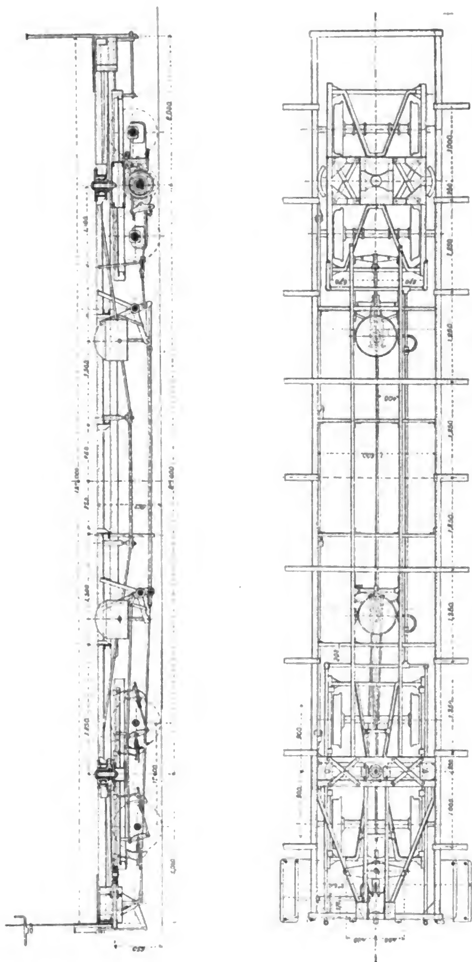
Locomotiven.

Die 250 HP Locomotiven System Abt sind zweifach gekuppelte Tender-Locomotiven mit einer rückwärtigen Bisselachse und aussenliegenden Adhäsions-Cilindern. Die Zahnrad-Maschine hat eine Zugkraft von 6.600 *kg* und befördert einen Zug von 46 *t* Belastung mit 8—10 *km* in der Stunde über Rampen von 125‰; in der Adhäsionsstrecke wird ein solcher Zug bei einer Zugkraft von 3.700 *kg* über 25‰ Steigung mit 20—25 *km* Geschwindigkeit geführt.

Die Locomotiven sind mit einer Handbremse, einer Luftbremse, welche sowohl auf die Adhäsions- wie die Zahnrad-Cilinder wirkt, und einer Bandbremse versehen.

Die Hauptdimensionen dieser Locomotiven sind:

Durchmesser der inneren (Zahnrad-) Cilinder	360	*mm*
Kolbenhub » »	450	»
Durchmesser der äusseren (Adhäsions-) Cilinder	320	»
Kolbenhub » »	450	»
Triebrad-Durchmesser	900	»
Laufrad- »	600	»
Entfernung der Adhäsions-Achsen	1960	»
Totaler Radstand	4300	»
Entfernung der Zahnräder	930	»
Rostfläche	1·25	m^2
Totale Heizfläche	65·5	»
Dampfdruck Athmosphären	12	
Länge des Rundkessels	2500	*mm*
Der Locomotiven: grösste Länge	7500	»
» Breite	2600	»
» Höhe	3600	»
Fassungsraum: Wasser	2·5	m^3
Kohle	1·5	»
Gewicht der leeren Locomotiven	23·5	*t*
Dienstgewicht	29·0	»
Adhäsionsgewicht	20·0	»
Grösste Belastung einer Achse	10·25	»



Wagen - Untergestelle der Visp-Zermatter Eisenbahn.

Wagen.

Die Wagen sind auf Truckgestellen gebaut und mit der continuierlichen Bremse System Hardy-Schmidt, sowie mit Bremszahnrädern und Handbremsen ausgerüstet.

Die Personenwagen sind nach dem amerikanischen System mit Mittelgang eingerichtet, und besitzen dieselben beiderseitige Stirnplattformen von 1·5 *m* Länge; der Radstand (von Mitte zu Mitte des Drehgestelles) beträgt 8·00 *m*, der einzelnen Trucks 1·40 *m*. Die übrigen Dimensionen sind in der folgenden Tabelle angeführt:

Wagen-Classe	Länge von Puffer zu Puffer *m*	Kastenlänge *m*	Anzahl der Sitzplätze	Tara *t*	Todtes Gewicht per Passagier *kg*
II.	12·9	10·5	48	7·0	145·83
II/III	»	»	24/32	7·8	139·21
II. mit Abth. für Post und Gepäck	»	»	16	8·0	—
III. geschlossen	»	»	56	7·5	133·92
III. offen	12·0	»	56	6·0	107·14

Die Tragfähigkeit der Güterwagen beträgt 12 *t*. Der 2·1 *m* hohe Kasten der gedeckten Wagen ist 9·0 *m*, der Wagen selbst 11·1 *m* lang; auf beiden Stirnseiten sind Plattformen von je 60 *cm* Länge angebracht.

Die offenen Wagen sind 10·4 *m* lang und besitzen eine Plattform von 60 *cm*; der Kasten ist 9·0 *m* lang, 2·3 *m* breit und 70 *cm* hoch. Die Wagen haben ein Eigengewicht von 7·68 *t*, so dass sich das Verhältnis der Nettolast zur Tara auf 64% stellt.

Betriebs-Ergebnisse.

Die erste Theilstrecke der Eisenbahn Visp—Zermatt, Visp—St. Nicolas, wurde in Länge von 17·0 *km* am 3. Juli 1890 dem Betriebe übergeben; der Kilometer kostete 131.289 Mk.

In der restlichen Hälfte dieses Jahres wurden geleistet:

16.143 Locomotiv-Kilometer,
30.852 Personenwagen-Achskilometer,
80.954 Güterwagen-Achskilometer,

im ganzen 111.806, und per Bahnkilometer (6·6 *km* im Jahres-Durchschnitte) 16.941 Wagen-Achskilometer.

Die durchschnittliche Zusammensetzung der Züge bestand aus 7·86 Wagenachsen und wurden pro Tag über die ganze Bahn 5·91 Züge mit je 44·8 *t* Bruttogewicht abgelassen.

Befördert wurden 8.680 Reisende II. Classe,
9.409 » III. »
somit im ganzen 18.089 » mit 188.875 Personen Kilometern. Jeden

Bahnkilometer haben 28.617 Personen passiert, und betrug die mittlere Ausnützung der Sitzplätze 53·8%.

Von Gütern wurden 11.131 Tonnen-Kilometer, somit per Bahnkilometer 1 686 *t* geführt.

An Einnahmen wurden erzielt:

im Personen-Verkehre 51.486 Mk, per Bahnkilometer 7.801 Mk, per Achskilometer 166·8 Pf, per Personen-Kilometer 27·25 Pf;

im Güter-Verkehre 7.765 Mk, per Bahnkilometer 1.176 Mk, per Tonnenkilometer 69·76 Pf.

Von den Einnahmen entfallen auf den Personen-Verkehr 86·89, auf den Güterverkehr 13·11%.

Der Gesammt-Ertrag betrug 59.251 Mk, somit per Bahnkilometer 8.977 Mk und per Achskilometer 52·99 Pf. Mit Einschluss der verschiedenen Einnahmen belaufen sich die Gesammt-Einnahmen auf 59.280, und per Bahnkilometer auf 8.981 Mk.

Werden die Betriebs-Ausgaben per 43.952 Mk (per Bahnkilometer 6.659 Mk, per Achskilometer 39·31 Pf) abgerechnet, so ergibt sich ein Überschuss von 15.299, und per Bahnkilometer von 2.318 Mk. Der Betriebs-Coëfficient betrug demnach 74·18%.

C. Zahnradbahnen.

Die Generosobahn.

Die von Ingenieur Roman Abt nach seinem Systeme gebaute Zahnradbahn auf den Monte Generoso am Luganer See ist mit einer Spurweite von 80 *cm* angelegt, und überwindet auf eine Länge von 9·031 *km* einen Höhenunterschied von 1.319·48 *m*. Die durchschnittliche Steigung beträgt 146·75, die maximale Steigung 220‰, der kleinste Krümmungshalbmesser 80 *m*.

In der Geraden liegen 40·07%, im Auftrage 3620, im Abtrage 4965 *m*. Auf die 5 Tunnel entfallen 418, auf den grössten 167 *m*.

Die Stationen — 3 an der Zahl nebst einer Haltestelle — sind im Mittel 2248 *m* von einander entfernt. Sämmtliche Stationen sind Wasserstationen und sowohl mit Telegrafen- als auch Telefon-Apparaten ausgerüstet; die oberen Stationen liegen in Steigungen von 50‰, und sind die Stutzgeleise in einem Gegengefälle von 20‰ angelegt, um jeder Gefahr eines Entlaufens von Wagen vorzubeugen.

Die Vertical-Ausrundungen der Gefällsbrüche sind mit 500 bis 1000 *m* Radius durchgeführt; Die Fahrbetriebsmittel würden zwar auch viel schärfere Uebergänge gestattet haben, allein die gleichzeitige Anwendung enger Curven und namentlich das Verlangen einer gleichmässigen Fahrgeschwindigkeit empfehlen in dieser Richtung 500 *m* als Minimum.

Unterbau.

Die Planumsbreite in der Höhe des Grabens beträgt 4·20 *m*, wobei die Seitengräben keine besondere Vertiefung erhalten, sondern einerseits von der Bankettmauer, andererseits von der Einschnittsböschung gebildet werden. Auf dem Planum liegt das Schotterbett von 45 *cm* Höhe, beiderseits durch Steinbankette von 40 50 *cm* eingefasst, mit einer Kronenbreite von 3·30 *m*.

Die grösste Breite der Tunnel beträgt 3·60 *m*, die grösste Höhe mit besonderer Rücksichtnahme auf die zur Verwendung gelangenden offenen Personenwagen 4·80 *m*.

Oberbau.

Die Schwellen haben eine Länge von 1·80 *m*; dieselben sind aus Flusseisen, 25 *kg* schwer, gerade und an den Enden durch Abbiegen geschlossen.

Die Schienen sind Stahlschienen von 100 *mm* Höhe, am Kopfe 45, am Fusse 80, am Stege 9 *mm* breit und wiegen per Currentmeter 19·8 *kg*. Ihre Tragfähigkeit beträgt bei 1·02 *m* Schwellen-Entfernung 3300 *kg*.



Endstation Vetta der Generosobahn.
(1595·86 *m* über dem Meere).

Die Befestigung der Schienen unter sich erfolgt durch kräftige Winkellaschen, und mit den Querschwellen durch Unterlagsplatten, sowie Hakenschrauben von 18 *mm* Stärke. Ingenieur Abt empfiehlt, die inneren wie äusseren Laschen reichlich lang zu machen, die horizontalen Flügel einzukerben und damit die Unterlagsplatten der beiden Stossschwellen genau passend zu fassen, da diese Anordnung im Vereine mit einer langen und entsprechend tiefen Eisenschwelle



Generosobahn: Station Bella-vista.

Nach einer photographischen Aufnahme der Kunstanstalt Junghanns & Koritzer, Hoflieferanten in Meiningen und Leipzig.

das rationellste und natürlichste Mittel zur Verhütung des bei Steilbahnen so gefürchteten Wanderns des Oberbaues ist.

In der Mitte der Schwellen ist die Zahnstange befestigt. Ein gewalzter Stuhl von ⊥ förmigem Querschnitt, mit entsprechenden Schultern zur Aufnahme der Zahnlamellen, ist mit je zwei Bolzen auf den Schwellenrücken an-

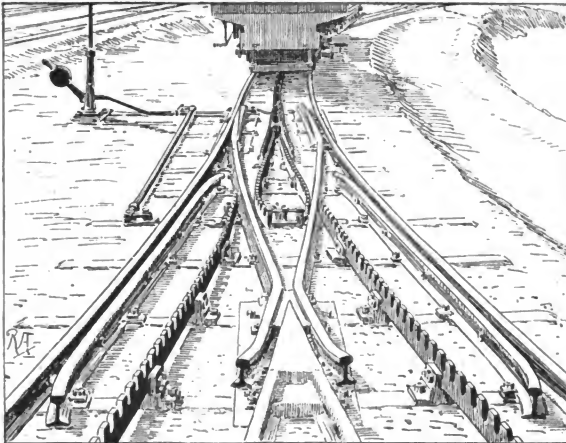
geschraubt. An den Steg dieses Stuhles sind links und rechts die eigentlichen Zahnstangen oder Lamellen befestigt.

Dabei ist die dem Systeme eigentümliche Anordnung getroffen, dass sowohl die Zähne als auch die Stösse der Lamellen verschränkt sind; hieraus resultiert ein mehrfacher Eingriff, der noch verdoppelt wird durch die spezielle Anordnung und die Anzahl der Zahnräder.

Jede Stossfuge der Lamellen ist durch eine Lasche gedeckt; sämmtliche Muttern ruhen auf Sprengringen.

Das Gewicht des completen Oberbaues beträgt je nach der Lamellendicke 100 bis 110 *kg* per laufenden Meter.

Zum Übergange von einem Zahnstangengeleise auf ein anderes besitzt die Generosobahn eine neue Weichen-Construction, welche auch den strengsten Anforderungen in jeder Hinsicht entsprechen dürfte. Im Vordergrunde sehen



wir die gewöhnliche Schienenkreuzung, dann, mit dem Weichenhebel in Verbindung, die Weiche der Laufschienen, beides die bekannten normalen Constructionen; dazwischen liegen nun von jedem Strange zwei bewegliche Zahnlamellen. Das eine Ende jeder dieser Lamellen ist in der Geleisachse charnierartig gehalten, das andere steht mittelst Gestänge mit dem Weichenhebel in Verbindung und wird gleichzeitig mit diesem so bewegt, dass einmal die beiden in Betracht kommenden Lamellenenden sich hart an die Laufschienen anlegen, also dem passirenden Zahnrade eine continuirliche Zahnstange darbieten, ein

anderes Mal sich genügend weit von der Schiene entfernen, damit die nun vorbeikommenden Laufräder ungehindert passiren können.

Dabei ist keine Schiene durchschnitten oder bearbeitet, die Weiche besitzt also nicht nur die denkbar einfachste Form, sondern gleichzeitig auch eine ungewöhnliche Solidität und grösste Widerstandsfähigkeit gegen Verschieben oder Wandern. Die Construction hat sich denn auch vorzüglich bewährt.

Bei Strassenübersetzungen sind die Laufschienen durch Parallelschienen, die Zahnstange durch zwei Lamellen und zwei diese einfassende Winkel unterstützt, im übrigen aber der Oberbau normal durchgeführt. Unter der Zahnstange befindet sich ein Graben zur Aufnahme von Kies und Schlamm, die der Verkehr oder die Witterung herbeiführen. An jedem Ende (weil die Bahn an diesen Stellen horizontal liegt) wurde eine Sammelgrube mit abnehmbarem Deckel aus geripptem Eisenblech angebracht.

Die Uebergänge von Nebenstrassen bestehen aus Bohlen, die an den zwei oberen Längenkanten mit Winkeleisen garniert sind und mit Hilfe entsprechender Unterlagen einfach auf die betreffenden Querschwellen geschraubt wurden.

Fixpunkte.

Trotzdem die schon erwähnten Massnahmen ein Wandern des Oberbaues erheblich einschränken, gebot die Vorsicht doch, noch eine Anzahl eigentlicher Fixpunkte zn errichten. Je nach der Natur des Terrains wurden hiefür verschiedene Constructionen verwendet und zwar in folgenden Abständen:

in Steigungen	von	60 – 100‰	alle	200	*m*
»	»	100 — 180 »	»	100	»
»	» über	180 »	»	60	»

Locomotiven.

Die Generoso-Bahn besitzt 6 Locomotiven, welche nach dem von Herrn Ingenieur Abt für reine Zahnradbahnen erdachten Systeme gebaut wurden. Dieselben haben je zwei Zahntriebräder und eine Laufachse. Die beiden ersteren zur Erzielung des mehrfachen und mehrfach verschränkten Zahneingriffes, wodurch nicht nur eine beruhigende Sicherheit selbst beim Bruche einer Achse, sondern auch der sanfte, geräuschlose Gang erreicht wird; die dritte Achse zur Vertheilung der Last auf eine grössere Anzahl Punkte und zum leichteren Befahren enger Curven.

Zur Erzielung einer nicht unwesentlichen, bei Steilbahnen so wünschenswerten Gewichtsreduction wurden die Zahnräder direct auf die Achsen der vier vorderen Laufräder gekeilt und dafür diese lose angeordnet.

Der Antrieb von den Dampfcilindern aus erfolgt ohne Vorgelege, dagegen mit Zuhilfenahme eines Balanciers. Diese Construction gestattet die Unterbringung der Cilinder in der Mitte der Maschine, zugleich aber auch die Anwendung eines sehr langen Hubes.

Ausser der Luftbremse sind noch zwei Spindelbremsen vorhanden; die eine auf der Seite des Heizers, bestimmt zum Anhalten auf den Stationen, die

andere auf der Seite des Führers mit der Bestimmung benützt zu werden, wenn die vorigen Bremsen nicht genügend oder nicht genügend rasch wirken sollten. Jede dieser zwei Handbremsen wirkt mittels Hebelübersetzung und Bremsband auf *beide* Zahnradachsen und jede ist im Stande, unabhängig von der andern den vollbeladenen Zug auf der stärksten Steigung in kürzester Zeit zum Anhalten zu bringen.

Ein Geschwindigkeitsmesser zeigt beständig die Fahrgeschwindigkeit in *km* pro Stunde an. Dieselbe soll normal betragen:

6 *km* auf den stärksten, 8—10 *km* auf den geringeren Steigungen, für Bergfahrt wie Thalfahrt.

Die Hauptdimensionen der Locomotiven sind:

Cilinderbohrung	300	*mm*
Kolbenhub	550	»
Zahnraddurchmesser	573	»
Fester Radstand	1230	»
Totaler »	2830	»
Directe Heizfläche	3·5	m^2
Gesammte »	32·2	»
Rostfläche	0·62	»
Dampfdruck	12	Atm.
Gewicht der leeren Locomotive	11500	*kg*
Wasser im Kessel	900	»
Speisewasser	1000	»
Kühlwasser	200	»
Kohlen	700	»
Ausrüstung	200	»
Grösstes Dienstgewicht . . .	14500	»

Die Locomotiven sind 100 HP stark und haben ein mittleres Gewicht von 13·0 *t*.

Personen- und Güterwagen.

Die Personenwagen sind auf Truckgestellen nach dem Coupésysteme gebaut; die offenen, mit 56 Sitzplätzen und einer Abtheilung für den Conducteur, sind 4800 *kg* schwer, die geschlossenen enthalten 48 Sitzplätze bei 5200 *kg* Eigengewicht.

In sämmtlichen Wagen kann das Handgepäck in besonders geschützten Räumen unter den Sitzen untergebracht werden.

Die Güterwagen sind zweiachsig. Die hintere Achse trägt gleichzeitig das Bremszahnrad und die Bremsrollen. Die Tara beträgt 1650, die Tragkraft 6000 *kg*.

Im normalen Betriebe sind Locomotiven und Wagen nicht gekuppelt, erst auf der horizontalen Thalstrecke wird vorübergehend eine Kuppelkette eingehängt. Es soll damit erreicht werden, dass auch im äussersten Falle, wo der Maschine irgend ein Unfall begegnen sollte, der Personenwagen nicht ebenfalls darein verwickelt wird, sondern mit Hilfe seiner eigenen Bremse jederzeit vom Conducteur angehalten werden kann.

Es sind darum die Bremsen sämmtlicher Wagen so construiert, dass der vollbeladene Wagen auch auf der stärksten Steigung in kürzester Zeit mit unbedingter Sicherheit angehalten werden kann. Der abzubremsende Zahndruck beträgt übrigens

für die Personenwagen nur rund 2000 *kg*
» » Güterwagen » » 1600 »

während die zwei Zahnräder der Locomotive wenig über 5000 *kg* auszuhalten haben.

Resultate des Betriebes.

Die Leistung auf der Generoso-Bahn, welche am 22. Juni 1890 dem Betriebe übergeben wurde, betrug in diesem Jahre:

Die Locomotiven haben 13.911, somit per Maschine 4.215 *km* geleistet, die Personenwagen 42.132, daher per Achse 2736 *km*, endlich die Güterwagen 7504 *km* und per Achse 2274 *km*, alle Wagen zusammen 49.636 Achskilometer.

Die Züge haben 13.856 *km* zurückgelegt; ihre durchschnittliche Zusammensetzung bestand aus 1 Locomotive, 3·04 Personen- und 0.54 Güterwagen-Achsen. Über die ganze Strecke wurden pro Tag 7·45, über jeden Bahnkilometer 2.717 Züge abgelassen.

Die Gesammtzahl der beförderten Reisenden beträgt 19.304 mit 151.036 Personen-Kilometern, somit per Bahnkilometer 26.615 Passagiere bei einer Ausnützung der Sitzplätze von 26·7%. Für die einfache Fahrt werden 7·50 Frcs = 6·00 Mk, für die Tour- und Retourfahrt 10 frcs = 8·00 Mk eingehoben.

Güter wurden 1075 *t*, und auf einen Kilometer reduziert 1860 *t* geführt; die Tragkraft wurde mit 36·9% ausgenützt.

Die Einnahmen betragen 73.508 Mk oder per Kilometer Bahnlänge 14.413 Mk, für den Nutzkilometer 5·30 Mk, für den Wagenachs-Kilometer, 148·09 Pf.

Die Ausgaben vertheilen sich:

	im ganzen Mk	per Bahnkilometer Mk	per Nutzkilometer Mk	per Achskilometer Pf	in %
Allgemeine Verwaltung . .	5730	1123	0·41	11·54	15·10
Bahnaufsicht und Bahnerhaltung	4601	902	0·33	9·27	12·13
Expeditions- und Zugsdienst .	5936	1164	0·43	11·96	15·65
Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst	21671	4249	1·56	43·66	57·12
Totale der reinen Betriebskosten . .	37938	7438	2·73	76·43	100·00

Die Gesammt-Ausgaben betragen 55·05% der Einnahmen, und hat sich das Anlage-Capital — 161.156 Mk per Bahnkilometer — mit 3·59% verzinst.

Die Pilatus-Bahn.

Unter den, in der letzten Zeit gebauten Zahnradbahnen hat die Pilatus-Bahn, dieses Wunderwerk des modernen Eisenbahnwesens, am meisten von sich reden gemacht. Wenn nun das Gelingen dieses kühnen Baues die Brust eines jeden Technikers mit Freude erfüllen muss, um wie grösser muss die Genugthuung für den Freund der Schmalspur sein, dass gerade sie, die so angefeindete und verketzerte schmale Spurweite es ist, die hier neue Triumpfe feiert, die aufs neue gezeigt hat, wie leicht sie sich einem steilen Felsen anschmiegen lässt, und die selbst auf Steigungen, welche den im bequemen Coupé dahingeführten Passagier schwindeln machen, noch eine ansehnliche Leistungsfähigkeit entwickelt.

Die Pilatus-Bahn ist mit 80 *cm* Spurweite angelegt und überwindet auf eine Länge von 4.294 *m* eine Höhendifferenz von 1628·45 *m*. Die durchschnittliche Steigung beträgt 381·37, die grösste 480‰, der kleinste Curven-Radius 80 *m*. In Krümmungen liegen 37·71%, im Auftrage 1141, im Abtrage 2590 *m*. Von den 7, im ganzen 334 *m* langen Tunnels zählt der grösste 100·7 *m*.

Der Unterbau besteht aus einer mit Granitplatten abgedeckten Mauer von 1·14 *m* Kronenbreite, in welcher die eisernen Querschwellen fest verankert sind. Die Schienen sind 24 *kg* schwere Eisenschienen von 6 *m* Länge und 120 *mm* Höhe; dieselben erhalten gegen die Geleiseachse keine Neigung, und findet auch in Krümmungen keine Spurerweiterung statt.

Die aussergewöhnlichen Steigungs-Verhältnisse liessen die von Riggenbach und Abt construierten, auf den bisher angewendeten Rampen best erprobten Zahnstangen nicht zu, weil, wie Versuche ergeben haben, die Zahnräder aus ihrem Eingriffe gehoben wurden; dem Obersten Locher gebührt das Verdienst, die Einführung liegender Zahnräder mit seitlichem Eingriffe in eine beiderseits gezahnte Mittelschiene angeregt zu haben.

Im Centralblatte der Berliner Bauverwaltung vom Jahre 1890 werden die Einrichtungen der Pilatus-Bahn wie folgt beschrieben:

Die aus Martinflusseisen in Stücken von 3 *m* angefertigte, mit Zähnen von 85·7 *mm* Theilung und 40 *mm* Breite beiderseits versehene Zahnstange ist in der in Fig. 1 gezeigten Weise auf durchlaufenden, _┌┐_ förmigen Trageschienen *U* befestigt, welche auf Stühlen von ähnlich gestaltetem Querschnitte ruhen. Auf Zahnstangenlänge sind allemal drei Querschwellen (Stossschwellen-Entfernung 24 *cm*) angeordnet.



Pilatusbahn: Station Alpnachstad.



Pilatusbahn: Eselswand.

Die Locomotive ist zur Ermässigung des zu befördernden todten Gewichtes mit dem 32 Personen fassenden viertheiligen Wagen zu einem einzigen Fahrzeuge von 10·5 *t* Gesammtgewicht vereinigt, welches ohne Anwendung von Federn auf vier glatten Laufrädern ruht. Ausser den treibenden Zahnrädern *R R* (Fig. 1), welche sich unter dem Maschinengelass befinden, sind bei den

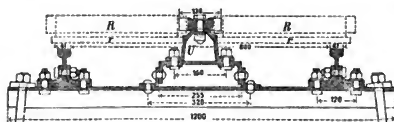


Fig. 1.

höher hinaufliegenden Laufrädern zwei weitere liegende Zahnräder angeordnet, welche man ihrem eigentlichen Zwecke nach als Bremsräder bezeichnen kann. Mit den Zahnrädern verbundene und gegen die Tragschiene *U* gelehnte Reibungsscheiben *r r* sichern die seitliche Führung. Die häufig vorkommenden Stürme haben ferner die Anwendung von Klauen nötig gemacht, welche die Fahrschienen seitlich umfassen und ein Abheben der Fahrzeuge verhindern. Die Laschen lassen aus diesem Grunde den oberen Theil des Schienensteges frei.

Zur Vermeidung einer schiefen Stellung ist der Dampfkessel quer gelagert. Derselbe ist als Röhrenkessel in 2·02 *m* Länge und mit 20 m^2 Heizfläche für einen gewöhnlichen Druck von 12 Atm. eingerichtet. Die beiden aussenliegenden Dampfcilinder von 220 *mm* Durchmesser und 300 *mm* Hub treiben mittelst eines mitten auf der Kurbelwelle aufgekeilten Zahnrades ein auf gleichlaufender Achse befestigtes grösseres zweites Zahnrad, mit welchem nach Art der Abb. 2 zwei Kegelräder *B B* verbunden sind. Durch diese werden zwei weitere mit *B B* in Eingriff stehende Kegelräder *C C* bewegt und deren Bewegung auf senkrechte Achsen A_1 A_1 übertragen, auf welchen auch die Zahnstangenräder angebracht sind. Um unvermeidliche Ungenauigkeiten in der Theilung der Zahnstange für die Bewegung auszugleichen, werden die Räder *B B* durch Ringe *b b* in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Rade *A* gehalten, doch lediglich durch Mitnehmer *c c* bewegt, welche denselben auf der Drehachse einiges Spiel lassen. Die Zahnstangenräder machen in der Minute 47 Umdrehungen, bei der gewöhnlichen Fahrgeschwindigkeit von 1 *m* in der Secunde und bei 180 Kurbelachsen-Drehungen in der Minute.

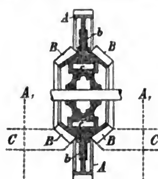


Fig. 2.

Der Ausbildung der Bremsvorrichtungen musste nach der Natur der ganzen Anlage eine hervorragende Sorgfalt gewidmet werden, und in der That kann man sagen, dass hier alles geschehen ist, was menschliche Voraussicht irgend nur für wünschenswert halten konnte. Das Fahrzeug ist mit folgenden Bremsen ausgerüstet:

1. einer Luftdruckbremse,

2. einer Reibungbremse auf der Kurbelachse,

3. einer Reibungsbremse, welche die oberen (Lauf-) Zahnräder festhält und sowohl durch den Maschinenführer als durch den Couducteur bewegt werden kann.

4. einer selbstthätigen Bremsvorrichtung, welche die Lauf-Zahnräder sofort hemmt, wenn bei der Thalfahrt die Geschwindigkeit über 1·3 *m* hinausgeht.

Die Anordnung dieser letzteren Bremse ist aus den Abb. 3, 4 und 5 er-

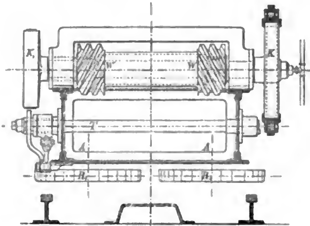


Fig. 3.

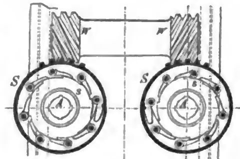


Fig. 4.

sichtlich. Die beiden senkrechten Achsen *A A* der Lauf-Zahnräder tragen an den oberen Enden feste Sperräder *s s* und lose Sperrkegelgehäuse *S S*, welche mit dem Wurmgetrieben *W W* mittelst Radverzahnung in Eingriff stehen. Während bei der Bergfahrt die Achsen *A A* in den Gehäusen *S S* (bei stillstehenden Wurmgetrieben) sich frei drehen, werden die Gehäuse der Thalfahrt durch die Sperräder mitgenommen, und dadurch die Wurmgetriebe bewegt. Die Achse der letzteren, welche sich sechsmal schneller dreht, als die Achsen *A A*, trägt an einem Ende die oben, unter 2 gedachte Reibungs- (Band-) Bremse *K*, (deren Erwärmung durch einen aus dem Innern der Achse *W W* tretenden Kühlwasserstrom verhindert wird), am anderen Ende aber die zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit dienende Einrichtung. Diese besteht aus der Scheibe K_1, in welcher einander gegenüberstehend zwei Schwungsmassen *pp* angebracht sind; bei wachsender Fahr-, also auch Umdrehungs-Geschwindigkeit der Scheibe K_1 entfernen sich diese Massen-indem sie die Widerstände zweier Federn überwinden, von der Drehachse, lösen den Hebel *N* aus, so dass die Feder *S* im Stande ist, vermittelst der durchlaufenden Achse *T* die Bandbremse am anderen Ende anzuziehen, so schnell, als es eine bei *Z* angeordnete Hemmung gestattet.

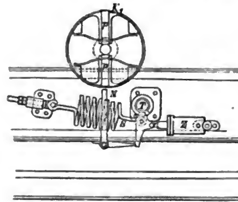
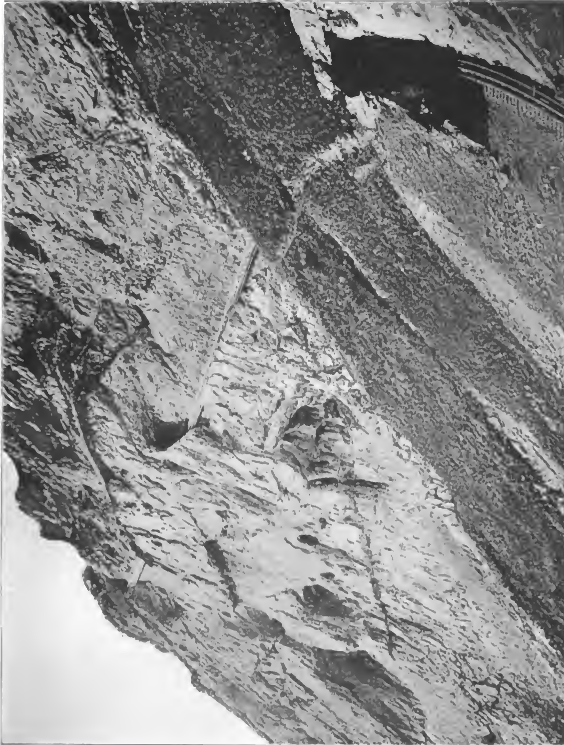


Fig. 5.

Die für den Auf- oder Abstieg verwendete Zeit beträgt $1^1/_2$ Stunden.



Wasserstation Aemsigen (1350 *m* über dem Meere).



Pilatusbahn: An der Eselswand.

Nach einer photographischen Aufnahme aus der Kunstanstalt Junghanns & Koritzer, Hoflieferanten in Meiningen und Leipzig.

Die beiden Stationen (Alpnachstad am Vierwaldstätter See und Pilatus Kulm) sind 4270 *km* von einander entfernt, telefonisch verbunden und als Wasserstationen eingerichtet. Ausserdem ist für Notfälle eine dritte Wasserstation (Aemsigen) mit Ausweichgeleise etabliert; der Bahnhof von Alpnachstad ist zugleich Kohlenstation.

Die Leistung betrug in der Saison 1890 im ganzen 14.907 Locomotivkilometer und 29.814 Personenwagen-Achskilometer, so dass auf eine Locomotive bezw. Personenwagenachse 1656 *km* entfallen.

Über die ganze Bahn wurden täglich 6·99 Personen- und 1·18 Güterzüge, in allem 8·17 Züge geführt; auf den Bahnkilometer entfallen 2981 Zugs- und 5962 Achskilometer. Befördert wurden 37.317 und per Bahnkilometer 7.463 Personen; die mittlere Ausnützung der Sitzplätze betrug 45·7°/₀. An Gütern wurden incl. Gepäck 665 *t* geführt.



Pilatusbahn: Wolfort-Brücke.
Nach einer photographischen Aufnahme der Kunstanstalt Junghanns & Koritzer, Hoflieferanten in Meiningen und Leipzig.

Eingenommen wurden:

a) im Personen-Verkehre 208.197 Mk, demnach per Bahnkilometer 41.639, per Zugskilometer 16·32 Mk; ein Personenkilometer brachte 111·58 Pf ein.

b) im Güter-Transporte 7033 Mk, somit per Bahnkilometer 1406 Mk, per Netto-Tonnen-Kilometer 211·51 Pf.

c) aus verschiedenen Quellen 5.604 Mk.

Die Gesammt-Einnahmen stellen sich auf 220.894 Mk, oder per Bahnkilometer auf 44.178 und per Nutzkilometer 14·81 Mk.

An Ausgaben entfallen für:

	im ganzen	per Bahnkilometer Mk	per Nutzkilometer Mk	per Achskilometer Pf	in %
Allgemeine Verwaltung . . .	15.801	3.160	1·06	53·00	16·97
Bahnaufsicht und Bahnerhaltung	10.040	2.008	0·67	33·67	10·78
Verkehrs- und commercieller Dienst	14.669	2.934	0·98	49·21	15·76
Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst	52.602	10.520	3·53	176·43	56·49
Totale der reinen Betriebskosten	93.112	18.622	6·24	312·31	—

Die Gesammt-Ausgaben betragen 54·10% der Einnahmen, und hat sich das Anlage-Kapital (422.441 Mk per Bahnkilometer) mit 5·66% verzinst.

D. Industriebahnen.

Die Usorathal-Bahn.

Diese, der Firma Morpurgo & Parente gehörige Industriebahn wurde unter der Leitung des Herrn Eduard Porr im Jahre 1890 für Zwecke der Fassdauben-Exploitation erbaut. In Usora nächst Doboj an die k. und k. Bosnabahn anschliessend, führt die Usora-Bahn zumeist der Strasse folgend, 47·1 *km* weit in's Gebirge, wobei die Trace auf nahezu 6 *km* mit geringen Unterbrechungen Rampen von 25 und 28°/₀₀ überwindet. Die Spurweite beträgt 76 *cm*, der kleinste Radius in der offenen Strecke 40 *m*.

Der Bahnkilometer kostete gegen 10.000 Mk.

Der Oberbau besteht aus Bessemer-Stahlschienen, welche 60 *mm* hoch, am Kopfe 25, am Fusse 48, am Stege 6 *mm* breit sind. und 5·5 *kg* per Currentmeter wiegen; dieses schwache Profil wurde jedoch in den ungünstigsten Partien gleich in den ersten Monaten gegen ein entsprechend schweres ausgewechselt. Die Schwellen-Entfernung wurde mit 45—50 *cm* angenommen, so dass der grösste zulässige Raddruck 1·5 *t* erreicht.

Die Maximal-Geschwindigkeit ist mit 15 *km* in der Stunde fixiert, und ist ein Nachtverkehr nicht gestattet.

An eigenen grösseren Objecten hat diese Bahn nur eine Eisenbrücke aufzuweisen; die sonstigen sind Strassenobjekte, welche durch Einziehen von Jochen verstärkt wurden.

Die Stationen (sämmtlich Wasserstationen) stehen mit einander in telefonischer Verbindung. Der elektrisch beleuchtete Anschlussbahnhof Usora besitzt eine eigene Reparaturswerkstätte. Zur Vermeidung einer zeitraubenden Zugsrangierung enden die Geleise dieses Bahnhofes in eine, mit 35 *m* Radius eingelegte Schleife, welche um die Bahnhofsgebäude herumführt und in das Einfahrtsgeleise einmündet, so dass die Züge in der ursprünglichen Zusammenstellung nach erfolgter Entladung sofort wieder auf die Strecke expediert werden können.

Der Verkehr wickelt sich hier in der Weise ab, dass die leeren Wagen-Züge in der Steigung, die beladenen Züge aber in der Gefällsrichtung rollen; es müssen jedoch bei der Bergfahrt alljährlich über tausend Waldarbeiter auf die Gewinnungsplätze befördert und denselben alle Lebensmittel zugeführt werden, da diese Leute die ganze Zeit über in abgeschiedenen Wäldern campieren. Es

verdient daher die, unter so erschwerenden Verhältnissen und mit den schwachen Locomotiven von kaum 30 HP bewirkte Leistung (1891 wurden rund 34.000 Netto-Tonnen Fassdauben und Binderholz befördert) volle Anerkennung, wie auch speciell hervorgehoben werden muss, dass sich, trotzdem die Züge der Usora-Bahn vornehmlich auf der lebhaft frequentierten Tešanjer Strasse fahren, bis jetzt kein Unfall von Belang ereignet hat.

Die Wagen der Usorabahn sind auf Truckgestellen gebaut, mit Standbremsen versehen und haben bei 1·4 *t* Tara 3·5 *t* Tragfähigheit. Die Länge dieser Doppelwagen beträgt 4·6 *m*. Ihr Lauf ist auf dem schwachen, allerdings gut gelegten und best erhaltenen Oberbaue ein auffallend ruhiger und werden auch die äusserst primitiv angelegten Weichen vollkommen anstandslos passirt.

Angesichts der befriedigenden Betriebs-Resultate der vorstehenden Industriebahn sei an dieser Stelle der, von der Firma Krauss & Comp. in München für solche Bahnen mit schwachem Oberbaue construierten Zwillings-Locomotive von 12 *t* Dienstgewicht (1·5 *t* Raddruck) gedacht, welche bei einer Zugkraft von 1536 *kg* eine Bruttolast von 28 *t* über Steigungen von 30‰ befördert. Die Gesammtlänge dieser Locomotive beträgt 8·2 *m*, die grösste Höhe incl. Kamin 2·9, die Breite 1·8 *m*; der Radstand jedes Motors 1100, der totale Radstand 5100 *mm*. Die übrigen Dimensionen sind: Rostfläche 0·68, Heizfläche 22·0 m^2, Waserraum 1·00, Kohlenraum 1·50 m^3.

Montanbahn Vogošća-Cjevljanović.

Diese bei *km* 253·3 der k. und k. Bosnabahn abzweigende Schleppbahn ist Eigentum der Gewerkschaft „Bosnia" und dient vorzugsweise zum Transporte von Manganerzen. Die Trace überwindet auf eine Länge von 20·3 *km* einen Höhenunterschied von 261·64 *m* und steigt im Durchschnitte mit 10·6, in maximum mit 25‰ (auf 32% der Gesammtlänge); der kleinste Radius beträgt 40 *m*, die Spurweite 76 *cm*.

Die Mittelstation Ljubinje liegt in einem Gefälle von 9·2‰. Die wenigen Hochbauten sind aus Blockwänden hergestellt und beschränken sich auf Arbeiter- und Wasserstations-Gebäude. Der Oberbau besteht aus Eisenschienen von 14·5 *kg* Gewicht. Die Anlagekosten belaufen sich auf 11.644 Mk per Kilometer.

Die Montanbahn besitzt keinen eigenen Fahrpark; derselbe wird von der k. und k. Bosnabahn, welche zugleich den Betrieb führt, beigestellt. Die Fahrgeschwindigkeit ist mit 12 *km* in der Stunde fixiert; der Verkehr wird vorzugsweise bei Tage abgewickelt und bewegen sich die leeren Wagen bergauf, die beladenen thalabwärts.

Im Jahre 1891 wurden hier 9.360 *t* Güter (269.486 Netto-Tonnen-Kilometer) geführt. Zur Beförderung dieses Quantums waren 9.429·2 Zugskilometer mit 532.990 Brutto-Tonnen-Kilometern notwendig. Die durchschnittliche Belastung eines Zuges betrug 53·33, die Nettobelastung 28·58 *t*; das Verhältnis der Netto- zur Bruttolast stellte sich auf 50·5%.

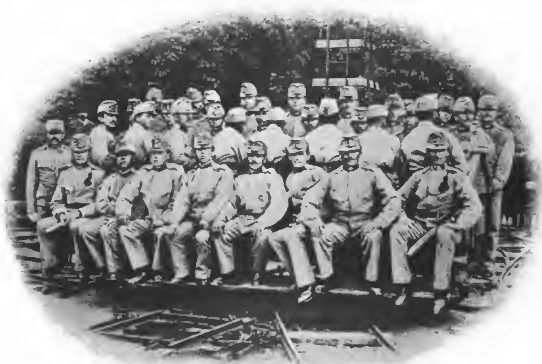
E. Feld- und Waldbahnen.

Die grosse Verbreitung, welche die transportablen Bahnen bisher gefunden haben, lässt es angezeigt erscheinen, derselben an dieser Stelle eingehend zu erwähnen, umsomehr als wiederum nur die schmale Spurweite es ist, welcher wir das Enstehen dieser Tertiärbahnen zu verdanken haben. Dieselben dienen sowohl militärischen, wie auch industriellen Zwecken.

In Hinsicht auf die militärische Benützbarkeit übertrifft die schmale Spurweite bei ihrer Anwendung als transportable Feldbahn selbst die Normalspur, indem sie in Fällen, wo die letztere die Armeeleitung gänzlich im Stiche lässt, noch unschätzbare Dienste leistet, derart, dass sie heute bereits zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel der modernen Kriegführung geworden ist.

Praktisch hat sich die Feldbahn zum erstenmale im russischen Feldzuge gegen Afghanistan bethätigt, in welchem sie durch die enorme Schnelligkeit, mit welcher die Trace gelegt wurde, sowie durch ihre hervorragende Leistungsfähigkeit überraschte. Von Michailovsk am Kaspischen Meere folgte die mit 50 *cm* Spurweite angelegte Feldbahn der operierenden Armee bis zu den feindlichen Vorposten auf dem Fusse nach und versorgte dieselbe nicht nur mit Munition und Lebensmitteln, ja selbst mit Trinkwasser, sondern führte auch das zum Baue einer normalspurigen Bahn nötige Material herbei.

Ebenso haben sich die Feldbahnen während der kriegerischen Verwickelungen in Tunis, Madagaskar, Abessynien und Tonking bestens bewährt, wie auch der französischen Festungs-Artillerie über 500 *km* solcher Eisenbahnen zur Verfügung stehen, ein Beweis, welch' eminente strategische Bedeutung die Feldbahnen besitzen. Die Wagen derselben sind für den Transport von Munition, Geschützen, Lebensmitteln, ja selbst zur Beförderung von Leicht- und Schwerverwundeten, sowie von Eis eingerichtet. Die Systeme Decauville, Dolberg (Prager Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, vorm. Ruston & Comp.) und Koppel (Rössemann & Kühnemann in Berlin, Budapest und Wien) leisten in dieser Hinsicht vorzügliches; so befördert ein schmalspuriger Feldbahnwagen 32 Leicht- bezw. 8 Schwerverwundete, wobei die verhältnismässig bequeme Unterbringung der letzteren besonders hervorgehoben werden muss. Der Transport der bis 48 *t* schweren Geschütze (System Decauville) wurde bereits mehrfach berührt und sei hier nur noch der Vollständigkeit wegen nochmals erwähnt.



Gedeckter, durch Umklappen der Bordwände zum Transporte Leichtverwundeter hergerichteter Feldbahnwagen.

Spurweite 70 *cm*, Fassungsraum 32 Mann.



Feldbahnwagen zum Transporte von Schwerverwundeten.

Spurweite 70 *cm*, Fassungsraum 8 Mann.

Gebaut von der Prager Maschinenbau-Actiengesellschaft, vorm. Ruston & Comp.

Auch auf dem Gebiete der Industrie hat die schmale Spurweite als Feld- und Waldbahn es zu hoher Bedeutung gebracht, wie es bei den vielen Vortheilen, die diese Bahnen bieten, nicht anders zu erwarten war. Ihr Wert liegt hauptsächlich in der Schonung der Felder, welche durch das Fuhrwerk nicht mehr zerfahren und so ruiniert werden, sowie in dem Wegfall der usuellen Triften und Klausen, die, in ihrer Anlage äusserst kostspielig und von athmosphärischen Einflüssen abhängig, beim Verlassen der Gewinnungsplätze vollkommen wertlos werden; nicht minder ist es die Herabminderung der Transportkosten, welche es dem Producenten ermöglicht, mit der Concurrenz gleichen Schritt zu halten.

Den letzteren Zweck verfolgen nun allerdings auch die Industriebahnen, doch unterscheiden sich die Feld- und Waldbahnen von diesen durch ihre Anlage, indem hier nur die Haupt-Transportwege aus festem Geleise gebildet werden, denen sich je nach der Situierung der Erzeugungs- und Ladeorte transportable (fliegende) Geleise anschliessen, welche nach Bedarf bald dahin, bald dorthin verlegt werden, so dass die Abbeförderung des betreffenden Artikels ausschliesslich und in ihrer ganzen Ausdehnung nur mittelst Eisenbahn erfolgt. Zum Überschreiten von Gewässern dienen transportable Brücken (System Koppel), welche für Spannweiten von 10 bis 30 *m* geliefert werden. Dieselben bestehen aus nur 6 Gruppen von Elementen und 2 Sorten Bolzen, und machen eine jede Nietung entbehrlich.

Für den Hauptstrang wird ein Planum hergestellt, während das halbtransportable Geleise nur wenige, die fliegenden Geleise aber gar keine Planirungs-Arbeiten erfordern, sondern sich den Unebenheiten des Terrains vollständig anschmiegen. Die Spurweite schwankt zwischen 40 und 75 *cm*.

Der Oberbau besteht aus 5·0—5·5 *kg* schweren Schienen (Hand- und Pferde-Betrieb) bezw. 7·0—14·0 *kg* (Locomotiv-Betrieb). Die Holzschwellen sind bei festen Bahnen 100—120×11—18×10—13, bei halbtransportablen und fliegenden Geleisen aber 80—100×12—25×4—5 *cm* dimensioniert; die Verbindung mit den Schienen erfolgt durch Hakennägel, Schienenschrauben oder gezahnte Klemmplatten und Bügelschrauben, bei Verwendung von Stahlschwellen jedoch, welche 105—128 *mm* breit sind und 3·5—6 *kg* per laufenden Meter wiegen, durch Schrauben und Klemmplatten; vielfach werden die Schwellen mit den Schienen fest vernietet.

Die Geleise werden aus Jochen von 3·5—7·0 *m* (feste Bahnen), bezw. 1·5—2·0 *m* Länge (fliegende Bahnen) zusammengesetzt; zum Verlegen der ersteren werden zwei, zu letzteren ein Mann benötigt. Die Stossverbindung erfolgt bei den festen Bahnen auf die gewöhnliche Art mit Laschen und Bolzen, die fliegenden Geleise dagegen werden je nach dem Systeme wie folgt gekuppelt:

Dolberg's Patent-Haken-Stossverbindung besteht, wie schon der Name andeutet, aus zwei am Ansteckende des Joches angebrachten Haken, welche beim Verlegen selbstthätig hinter die, am correspondierenden Stosse des nächsten Joches befindlichen Zapfen greifen und so, ohne dass ein Verschrauben oder Verlaschen notwendig wäre, eine solide Verbindung herstellen und ein Auseinandergehen der Joche selbst auf dem weichsten Boden verhindern.

Dolberg's Patent-Haken-Stossverbindung

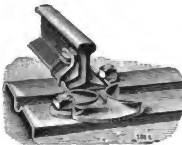


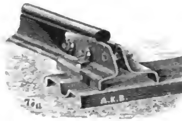
im Momente des Legens,

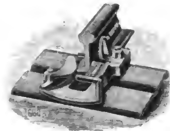


gelegt.

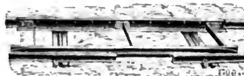
Koppel's patentierte Stossverbindung besteht aus einem Schienenschuhe von schmiedbarem Stahl, welcher vermittelst des durch die Schiene selbst hindurchgehenden stählernen Brückensteges und zweier Schrauben mit der Schwelle verbunden, so dass durch einfaches Einführen des Geleiseendes des nächsten Rahmenstückes die Verbindung hergestellt ist. An den Schuhen, und zwar nach dem Inneren des Geleises gerichtet, befinden sich vorspringende kräftige Lappen, welche in wirksamer Weise einen Kanten der Schienen entgegentreten.







Die Passstücke finden Anwendung, wenn zwei, von entgegengesetzten Richtungen gelegte Schienenstränge in einander übergehen, der übrig gebliebene Zwischenraum aber zum Einlegen eines Normaljoches nicht mehr hinreicht. Das Passstück wird beim Systeme Dolberg soweit zusammengebogen, dass es sich bequem in das Geleisejoch legen lässt; sobald nun die untere Fläche den Schienenfuss berührt, werden die Charniere durchgedrückt, wodurch der Rahmen fest an die Schienen angepresst wird. Beim Systeme Koppel wird die Verbindung durch ein einfaches Auflegen einer „Geleisebrücke“ bewirkt.

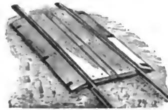


Geleisebrücke.

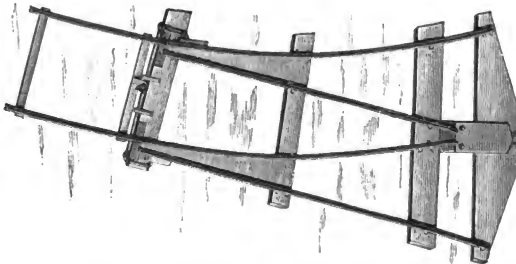
Gegen das Wandern des Oberbaues werden in geneigten Strecken vor den Stossschwellen Pfähle eingeschlagen.

Die transportablen Wegübergänge sind 2.5 *m* lang und werden nach der nachstehenden Figur construiert.

Die Weichen sind theils Zungenweichen (für einflantschige Räder) oder Schleppweichen gewöhnlicher Construction. Beachtenswert ist Dolbergs selbstthätige Patent-Sicherheitsweiche, welche jede Entgleisung infolge falscher Weichenstellung unmöglich macht. Der Mechanismus besteht im wesentlichen aus je einem, auf der Aussenseite der Schienen angeordneten Hebel, der je nach der Stellung der Weiche auf der einen oder anderen Seite bis zur Höhe der Schienen-Oberkante hervorsteht. Sobald nun ein Rad in der Richtung nach der Spitze diese Weiche passiert, drückt der Spurkranz auf den erwähnten Hebel und stellt derart selbstthätig die Weiche. Bei der Fahrt gegen die Spitze muss die Weiche selbstverständlich gestellt werden, was durch einen leichten Druck mit dem Fusse geschieht.

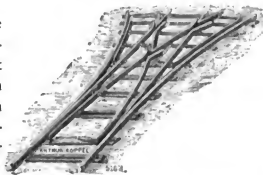


Transportabler Wegübergang.



Dolberg's selbstthätige Patent-Sicherheitsweiche.

Die Kletterweiche wird ohne weitere Vorbereitung und ohne dass ein Herausnehmen von Geleisejochen nötig wäre, direct auf den Schienenstrang gelegt und kann die Weiche jeden Augenblick aufgegeben werden; vermöge des beweglichen Herzstückes und ebensolcher Zunge wird der Hauptstrang nie todtgelegt.



A. Koppel's Dreiwege-Weiche.



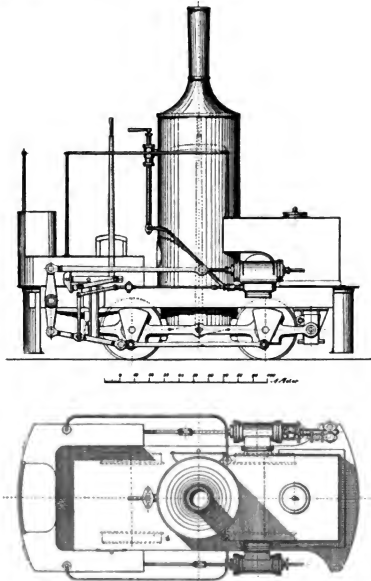
A. Koppel's Kletterweiche in Zungenweichen-Construction.

Die gusseisernen, transportablen Drehscheiben, welche einfach auf den unvorbereiteten Boden gelegt werden, haben bis zu 4 *t* Tragfähigkeit; ihr Gewicht ist sehr gering, so dass sie leicht durch zwei Mann verlegt werden können.

Fahrbetriebsmittel.

Locomotiven.

Die schweizerische Locomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur baut für transportable Bahnen von 50 bis 75 *cm* Spurweite Locomotiven von 2·0—7·0 *t*



Locomotive für transportable Bahnen von 50 bis 75 cm Spurweite.
Gebaut von der schweizer. Locomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur.

Dienstgewicht, welche trotz des kleinen Radstandes verhältnismässig sehr ruhig laufen. Die Maschine besitzt ein besonderes Untergestell, in welchem die Achsen ohne die üblichen Achslagerführungen gelagert sind. Die Räder liegen innerhalb des Rahmens und ist die Federbasis gegenüber der gewöhnlichen Bauart bedeutend vergrössert; der Kessel wird als verticaler Röhrenkessel oder als sogenannter combinierter Kessel gebaut. Die sonstigen Abmessungen dieser Locomotiven sind:

Cilinder-Durchmesser . .	100—150	*mm*,
Kolbenhub	200—300	»
Rad-Durchmesser	400—600	»
Radstand	900—1200	»
Heizfläche	2—10	m^2
Dampfdruck	12—15	Atm.
Wasservorrath	400—800	*l*
Kohlenvorrath	100—200	*kg*.

Eine andere, besonders für steile und scharf gekrümmte Bahnen in Berg- und Forstrevieren construierte Locomotive ist die Shay-Locomotive, welche auf zwei weit auseinander liegenden Drehgestellen ruht, deren Räder durch senkrechte Cilinder bewegt werden. Die letzteren — 2 oder 3 an der Zahl — liegen an einer Seite des Kessels beim Führerstande und treiben eine längslaufende, aus beweglichen Stücken zusammengesetzte Kurbelwelle, deren neben den Drehgestellen liegende Theile je zwei Kegelräder tragen, durch welche auf den Radflächen liegende Kegelräder und mit diesen die Räder selbst bewegt werden. Der Tender ist über dem rückwärtigen Drehgestelle angeordnet. Nach diesem Systeme wurden Maschinen von 10 *t* Gewicht und darüber ausgeführt, welche Radien von 15 *m* passieren.

Wagen.

Für die verschiedenen Wagen-Typen werden dieselben Untergestelle verwendet, welche durch einfaches Auswechseln der Aufsätze für die verschiedensten Zwecke eingerichtet werden. Die Tragfähigkeit eines hölzernen Untergestelles (Universalwagens) beträgt 1·8, eines solchen von Stahl 2·25 *t*; die Langholzwagen mit Doppeltrucks haben eine Tragfähigkeit von 9 *t*.

Die Truks sind in elliptischer Form gebaut und haben die Rahmen hinreichende Elastizität, um die Puffer entbehrlich zu machen. Die ganze Last wird von einem Mittelsattel aufgenommen, welcher für gewöhnlich behufs wirksamen Abfangens von Zug und Stoss durch eine Strebe direct mit den Kuppel- und Stosspunkten des Wagens verbunden ist und so ein, den Wagen gegen Längs- und Querformationen solidest absteifendes Kreuz bildet. Diese Wagen passieren anstandslos Curven von 15 *m* Radius und darunter.

Die Räder sind hydraulisch aufgezogen und werden ein- oder zweiflantschig geliefert. Diese letzteren sind bei schwachem Oberbaue entschieden vorzuziehen, da sie in Curven stets beide Schienenstränge engagieren. Die Achslagerung und Schmiervorichtuug der Feldbahnwagen ist eine vorzügliche, und wird ein Ein-

dringen von Sand entweder durch abdichtende Federdeckel oder eine Filzdichtung unbedingt verhindert.

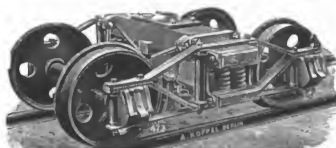
Die Panama-Achsbüchse (System Koppel) ist mit dreifacher Schmierung versehen; sie hat in ihrem oberen Theile eine Ölkammer, die von aussen leicht gefüllt werden kann und die Achsen direct mit Schmiermaterial versieht. Sollte das Nachfüllen versäumt worden sein, so ist für permanente Ölung durch die untere Ölkammer in ausgiebigster Weise vorgesorgt; diese Ölung erfolgt durch einen Schwamm, welcher die untere Hälfte des Achsschenkels mit Öl versieht, während Sauger von spanischen Rohr infolge ihrer Porosität die Oberschale mit Öl versorgen.

Die Kupplung ist eine doppelte und gestattet Ablenkungen der gekuppelten Wagenenden in senkrechter und horizontaler Richtung.



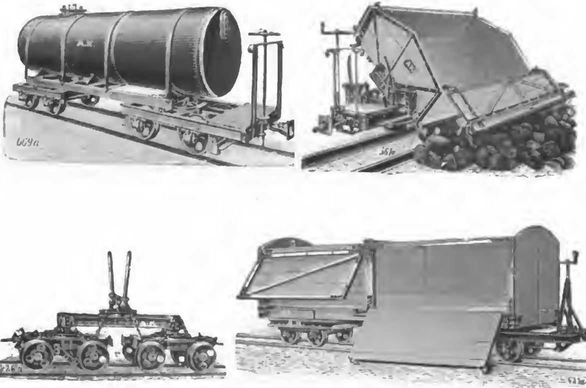
Erntewagen für 18 m³ Raum und hölzerne Universal-Unterwagen für Langholz-Transporte à 2·4 t Tragfähigkeit, 70 cm Spurweite.

Maschinenbau-Actien-Gesellschaft (vorm. Ruston & Comp) in Prag.



Truckgestell von Rössemann & Kühnemann.

(Abth. II, Arthur Koppel's Eisenbahnen) in Berlin, Budapest und Wien.



Typen von Rössemann & Kühnemann.

(Abth. II, Arthur Koppel's Eisenbahnen) in Berlin, Budapest und Wien.



Einfachwagen für Klotztransporte (2·0 t Tragfähigkeit).



Bremswagen mit Rungenschemel für Rundholz (Tragfähigkeit 2 t) und Universal-Unterwagen mit Blechkippkasten, 0·75 m³ Fassungsraum, 1·5 t Tragfähigkeit.

Für den Betrieb mit Pferden sind die Wagen mit der Vorrichtung zur seitlichen Anspannung versehen; wird bei starkem Gefälle die Bremse nicht rechtzeitig angezogen, so schaltet sich die Zugkette, um einer Beschädigung des Zugthieres vorzubeugen, selbstthätig aus, sobald der Wagen in gleiche Höhe mit dem Pferde angelangt ist.

Von Wagen-Typen seien genannt:

Mulden-Kippwagen für Spurweiten von 40—75 *cm*, von 1·396—2·310 *m* Länge, 0·800—1·940 *m* Breite und 0·820—1,565 *m* Höhe (über Schienen-Oberkante). Der Raddurchmesser beträgt 235—500 *mm*, der Radstand 450—850 *mm*; die Wagen haben 0·25—1·5 m^3 Fassungsraum.

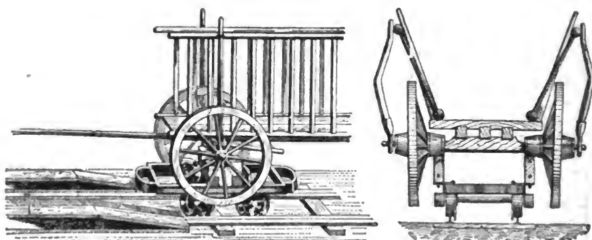
Ferner Kasten-Kippwagen, Plateauxwagen, gedeckte und offene Güterwagen, sowie Reservoir- und Langholzwagen, letztere (auf Doppeltrucks) mit einer Tragfähigkeit bis zu 9 *t*. Die Drehgestelle erhalten Achslager mit Federung, Spindelbremse oder Patent-Gewichtshebelbremse.

Die nachstehende Tabelle bringt die Dimensionen einiger, von der Prager Maschinenbau-Actien-Gesellschaft gebauten Feldbahn-Wagen:

Wagen-Type	Rahmen		Plattform oder Kippkasten		Netto-Traglast	
	Länge *mm*	Breite *mm*	Länge *mm*	Breite *mm*	per einen Wagen	per Doppel-Wagen
Bremswagen mit Rungenschemel für Rundholz	2090	976	—	—	20 Mt. Ctr.	—
Eiserner Universal-Unterwagen mit Blechklippkasten $^3/_4$ m^3 Inhalt	1700	1000	1250	1500	15 »	—
Doppelwagen für Klötze, eiserner Unterwagen mit Bremse . .	2090	976	—	—	20 »	40 Mt. Ctr.
» » » » » ohne » . .	1880	976	—	—	20 »	40 »
Einfachwagen für Klötze	1880	976	—	—	20 »	—
Wagen mit Bremse } Doppelwagen für Scheitholz mit Aufsatz .	2090	976	5000	800	—	40 Mt. Ctr.
» ohne » } aus I Eisen für 5 Festmeter	1880	976	—	—	—	
Hölzerner Universal-Unterwagen für Klotz-Transporte	1985	976	—	—	12 Mt. Ctr.	24 »
» » » Erntewagen	1570	976	3770	1290	12 »	24 »
Hölzerner Universal-Unterwagen mit grosser Plattform (ohne Bremse)	1570	976	3770	1290	12 »	24 »
» » » ohne Bremse	1570	976	—	—	12 »	—
Hölz. Univ.-Unterwagen ohne Bremse mit grossem Kasten 2 m^3 Inhalt	1570	976	3770	1290	12 »	24 Mt. Ctr.
» » » als Erntewagen für 18 m^3 Rauminhalt .	1570	976	3770	1290	12 »	24 »
Hölzerner Universal-Unterwagen mit Bremse	1985	976	—	—	12 »	—
» » » mit Holzkippkasten $^1/_2$ m^3 Inhalt	1570	976	—	—	12 »	—
» » » mit kleiner hölzerner Plattform .	1570	976	1010	1290	12 »	—
» » » mit Scheitholzaufsatz aus Winkeleisen	1570	976	—	—	12 »	—
» » » mit Plattvorm, Stirn- und Seitenwänden	1570	976	1010	1290	12 »	—

Zu den Feldbahnen gehören auch die *Fuhrwerksbahnen,* welche den Zweck haben, gewöhnliche Ackerwägen auf Stahlbahnen in jenen Fällen zu befördern, wo das Fuhrwerk ungünstige Verbindungslinien nicht passieren kann.

Zur Beförderung werden zwei Drehgestelle benützt, welche mit Gabelaufsätzen zur Aufnahme der Fuhrwerks-Achsen armiert sind. Der Truck, welcher die Hinterachse aufnehmen soll, erhält wegen der höheren Lage derselben einen höheren Aufsatz als der für die niedrigere Vorderachse bestimmte. Die nachstehende Figur zeigt die Art und Weise der Verladung, u. z. die Unterstützung der Hinterachse, dann die der Vorderachse durch die einzelnen Trucks. Das Aufladen selbst wird wie folgt bewirkt:



Fuhrwerksbahnen, System Koppel.

Rechts und links neben dem Feldbahngeleise wird je eine transportable Laderampe aufgestellt, welche aus eisernen, auf Bohlen befestigten Fahrdielen besteht. Wird nun das Fuhrwerk, mit der Hinterachse voran, auf die Rampe geschoben, so geht diese über den ersten Truck hinweg, stösst jedoch auf den zweiten höheren, schiebt denselben mit vor und legt sich beim Hinunterfahren von der Rampe in den Achsträger leicht und sicher hinein. Die Vorderachse nimmt den Truck mit und setzt sich beim Herabfahren des Fuhrwerkes auf dem Gabelaufsatze fest, so dass nunmehr alle vier Räder in der Luft schweben. Das Abladen geschieht in umgekehrter Weise.

Behufs Passierung der Curven ist der Gabelaufsatz der Hinterachse um einen Zapfen drehbar, was bei der Vorderachse, da diese beim Fuhrwerke selbst schon drehbar ist, nicht notwendig ist.

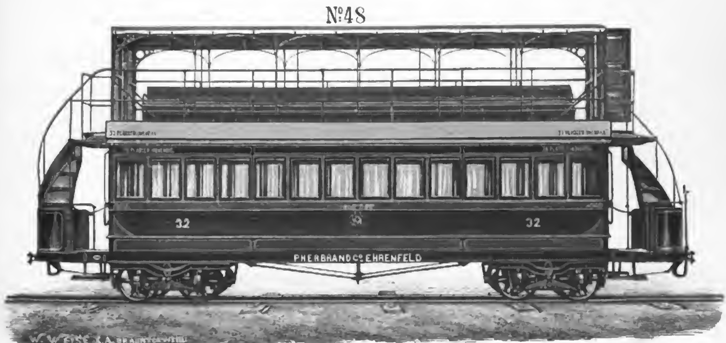
Eine derartige Fuhrwerksbahn ist unter andern auf dem Rittergute Garkov in Hannover seit Jahren in Verwendung. Sie verbindet hier auf eine Länge von 8 *km* zwei Chausseen, die durch weite, sonst unpassierbare Sandstrecken getrennt sind.

F. Die schmalspurigen Trambahnen.

Auch bei Anlage von Trambahnen findet die schmale Spurweite in der jüngsten Zeit immer ausgedehntere Anwendung, da die Vorzüge der Schmalspur sich auch hier vollkommen bewährt haben. Zum Beweise der grossen Leistungsfähigkeit schmalspuriger Pferdebahnen seien einige der, von der Waggonfabrik-Actien-Gesellschaft vorm. P. Herbrand & Comp. in Cöln-Ehrenfeld construierten Wagen-Typen angeführt.

Der nachstehend abgebildete Personenwagen mit Decksitz, wie er von der genannten Firma für eine Spurweite von 1·00 *m* gebaut wird, bietet innen 36, oben 32 Sitz- und am Perron 10 Stehplätze, somit im ganzen 78 Plätze, während das Gewicht des Wagens nur 7500 *kg* beträgt. Im Inneren sind perforierte, auf dem Deck Lattensitze. Die sonstige Einrichtung, wie Schiebethüren, Fallfenster und Jalousien, Ventilation etc. entspricht der gewöhnlichen Anordnung; das Untergestell ist ganz aus Eisen.

№48



Der Wagen hat eine Gesammtlänge von 10·880 *m*; der Kasten selbst ist 8·200 *m* lang und 2·100 *m* breit; der Radstand (von Mitte zu Mitte der Drehgestelle) beträgt 5·200, der Raddurchmesser 0·700 *m*.

Die dreiachsigen Personenwagen mit radial-stellbaren Achsen (1·00 *m* Spurweite) haben eine Länge von 7·840 *m* und fassen bei einem Eigengewichte von 5500 *kg* 58 Personen (48 Sitz- und 10 Stehplätze). Der Kasten ist 6·340 *m* lang und 2·200 *m* breit; der Radstand beträgt 4·000, der Raddurchmesser 0·750 *m*.



Der von der oben genannten Fabrik für die Berliner Dampfstrassenbahn gebaute Dampfwagen System Rowan, welcher jedoch auch auf der 1·00 *m* Spur Verwendung finden kann, hat eine Länge von 11·735 *m* und eine Tara von 5700 *kg* (excl. Maschine). Die Kastenlänge beträgt 9·900, die Breite 2·200, der Radstand 7·650, der Raddurchmesser 0·710 *m*.

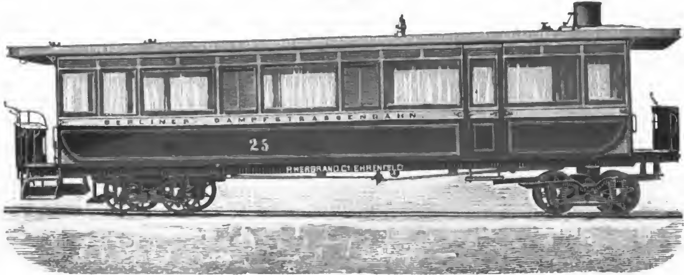
Der Wagenkasten ist durch zwei Scheidewände in drei Theile getheilt. Der vordere Raum von 1·190 *m* Länge ist für die Maschine, der mittlere von 7·190 *m* Länge für 31 Personen, der dritte Raum von 1·440 *m* Länge für 8 Personen bestimmt. Das mittlere Coupé hat den Eingang seitlich, während das Endcoupé (Rauchcoupé) vom Perron aus bestiegen wird. Beide Coupés sind durch eine Schiebethür in der Scheidewand mit einander verbunden. Der Perron kann 5 Personen aufnehmen.

Die kleinen Fenster sind zum Fallen eingerichtet und erhalten zum Schutze gegen die Sonne Holzjalousien, während die grossen Fenster fest und mit Schiebgardinen versehen sind. Über den Fenstern befindet sich eine Schieber-Ventilation; im Winter wird der Wagen durch den condensierten Dampf geheizt.

Der Kasten ruht hinten auf einem besonderen zweiachsigen Drehgestelle, welches Curven von 20 *m* Radius durchlaufen kann, während der Kasten vorne auf dem Drehgestelle der Maschine liegt und auf diese Weise die Adhäsion des Motors erhöht. Die Maschine ist mit dem Wagen derartig verbunden, dass während der Fahrt eine Trennung nicht möglich ist. Bei Reparaturen der Maschine wird das vordere Kopfstück entfernt und der Wagenkasten vorne unterstützt, worauf die Maschine nach Trennung der Verbindung mit dem Kasten selbst herausfahren kann.

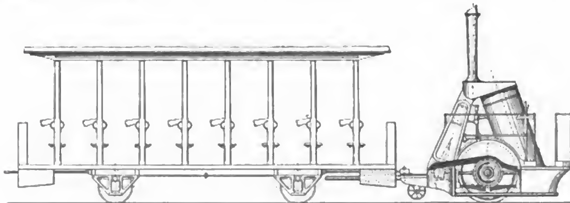
Der Motor ist eine zwischen die Räder placierte horizontale Dampfmaschine, während der Kessel aus zwei vertikal stehenden Cilindern besteht. Ein Condensator von circa 100 m^2 Oberfläche, aus einem Netz von Kupferröhren bestehend, welches sich auf dem Dache befindet, nimmt den abgehenden Dampf auf und condensiert denselben; das condensierte Wasser läuft nach einem unter

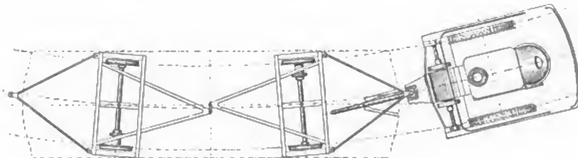
№88.



dem Kasten befindlichen Behälter und kommt von da wieder in den Kessel. Die Bremse wirkt auf alle Räder des Wagens und kann von beiden Plattformen aus bedient werden.

Auf der Strassenbahn St. Johann – Louisenthal steht ein gleicher Dampfwagen im Betriebe.





Schliesslich sei der, von der schweizerischen Locomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur für Trambahnen mit dichtem Verkehre gebauten Locomotive (»Dampfpferd«) gedacht; dieselbe ist eine einachsige Maschine, deren beiden Triebräder mittelst Kettentrieb und Differential-Apparat von der Kurbelachse aus getrieben werden, so dass sie ganz unabhängig von einander laufen uud die schärfsten Curven bequem passieren können. Die Maschine ist mit einer Deichsel und einer Dreiecks-Kuppelstange mit den beweglichen Radgestellen des Wagens so verbunden, dass sich alle Achsen genau in den Curven-Radius einstellen können.

Die abgekuppelte Locomotive kann leicht durch einen Mann umgespannt werden.

Die Dimensionen des Dampfpferdes sind:

Spurweite	750—1435	*mm*,
Cilinder-Durchmesser . .	100	»
Kolbenhub	200	»
Übersetzungs-Verhältnis. .	1·5—2·1	»
Triebrad-Durchmesser . .	1000	»
Heizfläche	3·5	m^2
Dampfdruck	12—15	Atm.
Wasservorrat	360	*l*
Kohlenvorrat	75	*kg*
Dienstgewicht	2·5—3·5	*t*.

Von den schmalspurig ausgeführten Tramway-Linien mit elektrischem Betriebe sei die Tramway Vevey-Montreux-Chillon in der Schweiz genannt, welche eine Länge von 10.374 *m* besitzt; die Spurweite beträgt 1·00 *m*.

Bei der Berner Tramway, welche mit der gleichen Spurweite angelegt ist, wird als Motor comprimierte Luft verwendet. Diese Linie überwindet auf eine Länge von 3132 *m* einen Höhen-Unterschied von 33·90 *m*, und steigt im ganzen mit durchschnittlich 10·8, in der Strecke Bärengraben-Bahnhof mit durchschnittlich 14·9‰ an. Fahrbetriebsmittel und Maschinen-Anlagen sind nach dem Systeme des Ingenieurs Mekarski in Paris ausgeführt.

Die zum Betriebe nötige Druckluft wird in einer eigenen Compressions-Anstalt erzeugt und durch entsprechende Leitungen den in der Anfangs-Station aufgestellten Füllvorrichtungen zugeführt. Die Wagen sind zehnachsig und enthalten zwischen den Hauptträgern des eisernen Untergestelles 10 Behälter, welche für 40 Atmosphären Druck berechnet sind und in welche die comprimierte Luft mit einem Drucke von 30—40 Atm. eingeführt wird; ausserdem liegt noch im Inneren des Wagens unter den Sitzbänken je ein geschweisster Behälter. Diese Behälter sind unter einander und mit der Anfahr-Vorrichtung auf dem Führerstande in zwei Gruppen derart verbunden, dass die Betriebskraft aus jeder einzelnen entnommen werden kann und in einer, am Wagen angebrachten zweicilindrigen Maschine zur Wirkung gelangt.

Die Stahlschienen sind 10 *m* lang und derart profiliert, dass sie zugleich die Langschwellen bilden. Die Laschen werden durch Doppelkeile festgehalten, und sind die Schienenstösse abwechselnd angeordnet.

Die Wagen verkehren in Intervallen von 10 Minuten. Die Gesammtfahrzeit beträgt 20 Min., die grösste Geschwindigkeit in der Stadt 12, ausserhalb derselben 15 *km* in der Stunde. Der Gang des Fahrzeuge ist ein überraschend ruhiger und geräuschloser.

Anhang.

Das Dampfläutewerk in seiner Anwendung als Sicherheitssignal bei Eisenbahnen.

Nach den für Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung erlassenen Bestimmungen müssen die Locomotiven der Nebenbahnen mit hell tönenden Läutewerken ausgerüstet und letztere bei Annäherung an unbewachte Wegübergänge bis nach deren Durchfahren, sowie auch in der Nähe öffentlicher Verkehrsstrassen in Thätigkeit gesetzt werden; dagegen ist der Gebrauch der Dampfpfeife nur auf die notwendigsten Fälle zu beschränken.

Diese Bestimmungen basieren auf dem Umstande, dass das in der Nähe befindliche Zug- und Weidevieh den schrillen Ton der Dampfspfeife nicht verträgt, während bei Anwendung der Glocke selbst in der nächsten Nähe die Thiere nicht scheu werden. Anfangs waren theils Handglocken, theils von dem Gangwerke der Locomotiven augetriebene, schliesslich auch Dampfläutewerke verschiedener Art in Verwendung. Seit 1882 hat jedoch das in den meisten Ländern patentierte Latowski'sche Läutewerk*) zufolge seiner grossen Vorzüge diese Signalapparate verdrängt und wurde seither nicht nur bei den deutschen Bahnen untergeordneter Bedeutung, sondern vielfach selbst auf den entlegensten Stellen des Erdballes, wie Sumatra, Java, Transwaal u. s. w. eingeführt; auch in Österreich-Ungarn findet dasselbe bei vielen Bahnen Anwendung, unter anderen bei der Aussig-Teplitzer und Kaiser Ferdinand-Nordbahn, der Wittkow. Gewerkschaft etc.

Auch in Russland hat dieses Dampfläutewerk Verbreitung gefunden, woselbst es zufolge Verordnung des »Ministeriums für Wege-Verbindungen« auch bei den Hauptbahnen eingeführt wurde; diese Verordnung, welche vom 6. November 1881 datiert ist, hat folgenden Wortlaut:

„In Anbetracht dessen, dass durch das Dampfpfeifen-Signal der Locomotive die Pferde von Equipagen und anderen Wagen scheu werden und nicht selten dadurch mitfahrende oder vorübergehende Personen verunglückten, soll eine jede Locomotive ausser der Dampfpfeife eine Glocke erhalten, welche zweckentsprechend zu benützen ist!"

In kleinerer Ausführung ist das Latowski'sche Dampfläutewerk bei den Dampfstrassenbahnen (in Holland, Dänemark, Schweden), dann bei zahlreichen,

*) Erfinder und Fabrikant der Dampfläutewerke Robert Latowski in Breslau (Deutschland).

theilweise sehr ausgedehnten Industrie- und Werksbahnen Oberschlesiens, Westfalens und Lothringens in Benützung.

Die Frage, ob das Latowski'sche Dampfläutewerk der Handglocke vorzuziehen sei, kann mit Rücksicht auf die, anlässlich der Betriebs-Berichte der Bahnverwaltungen seitens des Reichs-Eisenbahn-Amtes in Berlin wiederholt erfolgten rundschriftlichen Empfehlungen nur bejaht werden. In erster Linie ist es die Stärke und völlige Gleichmässigkeit der Ton- und Schallwirkung, sowie hauptsächlich auch die Mühelosigkeit der Handhabung, welche zu der grossen Verbreitung des Latowski'schen Läutewerkes wesentlich beigetragen haben. Das Anlassen desselben erfordert nur einen einzigen Handgriff, so dass das Locomotiv-Personale seine Aufmerksamkeit ungetheilt der Sicherheit des Verkehrs zuwenden kann, ein Vortheil, welcher besonders bei Strassen- und solchen Nebenbahnen, welche mit belebten Ortschaften in Berührung kommen, nicht hoch genug veranschlagt werden kann.

Die X. Versammlung der Techniker der dem deutschen Eisenbahn-Verbande angehörenden Eisenbahnen, welche am 14. und 15. Juli 1884 in Berlin tagte, hatte unter anderem über die Frage zu beraten und Beschluss zu fassen:

„Welche Läutewerke sind bei Locomotiven auf Secundärbahnen in Verwendung? Wie bewähren sich dieselben und welche Schallweite haben dieselben?“

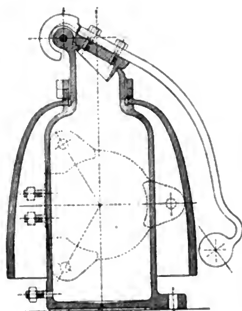
Referent war die königl. Eisenbahn-Direction Breslau, und wurde das Latowski'sche Dampfläutewerk als vollkommen befriedigend befunden. Die königl. Eisenbahn-Direction Bromberg berichtete hierüber, dass dasselbe bei dem Dampfzulassen sofort mit gleichmässigen Schlägen in Thätigkeit trete; bezüglich der Schallweite bestätigte die königl. Eisenbahn-Direction linksrheinisch, dass das genannte Dampfläutewerk bis 3 *km* vor und 1 *km* hinter dem Winde hörbar sei. Die allgemeine Schlussfolgerung lautete:

„Wenngleich über die Handläutewerke von denjenigen Verwaltungen, welche dergleichen ausschliesslich oder doch vorzugsweise benützen, recht günstige Urteile vorliegen, so ist doch das Latowski'sche Dampfläutewerk nach den über dasselbe gemachten Mitteilungen als dasjenige zu bezeichnen, welches wegen seiner Billigkeit in Beschaffung und Unterhaltung, sowie wegen seines Functionierens und seiner auch bei widrigem Winde ausreichenden Schallweite allen anderen bisher zur Anwendung gekommenen Läutewerken vorgezogen und zur allgemeinen Einführung empfohlen zu werden verdient.“

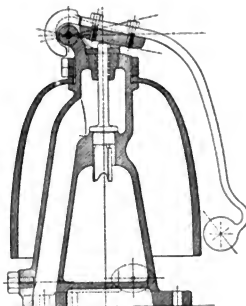
Die Vorzüge des Latowski'schen Dampfläutewerkes bestehen in dessen vollkommener Beständigkeit, unbedingter Betriebszuverlässlichkeit, sofortigem Ansprechen und Gleichmässigkeit der Ton- und Schallwirkung, sowie in den geringen Kosten für Beschaffung, Anbringung und Erhaltung; dasselbe bedarf weder einer Wartung noch Schmierung und unterliegt keinerlei Beschädigung oder Störung durch Frost.

Für die verschiedenen Verwendungszwecke haben sich mehrere Grundformen ausgebildet, welche sich nach zwei wesentlich verschiedenen Arten trennen, und zwar die ältere Type mit freier Dampfausströmung, und die neuere,

deren Abdampf in den Schornstein, den Wasserbehälter oder in die Condensations-Vorrichtung der Locomotive abgeleitet wird.



Ältere Grundform.



Neuere Grundform.

Die Grösse des Läutewerkes richtet sich nach den Verhältnissen der Bahn und ihres Betriebes, sozwar dass das tonstärkste Läutewerk der abgebildeten Grundformen dort anzuwenden ist, wo Personenzüge mit grosser Fahrgeschwindigkeit verkehren, die Bahnlinie mit belebten Wegen und Ortschaften zusammentrifft und die Wirkung der Hörsignale durch besondere Hindernisse, wie starke Bahnkrümmungen, Felsen, Wälder oder grosse Geräusche beeinträchtigt wird. Die vorstehend abgebildeten Typen sind daher auch zumeist bei allen grossen Bahnen eingeführt, während das tonschwächere Läutewerk vorwiegend bei Industrie-Bahnen geringerer Ausdehnung Anwendung findet, welche nur seltener und mit weniger benützten Wegen in Berührung kommen und geringere Fahrgeschwindigkeiten anwenden, oder bei Dampfstrassenbahnen, bei denen die Personenwagen unmittelbar hinter der Locomotive folgen und allzu starkes Läuten die Passagiere belästigen würde. Die Grösse des Läutewerkes ist daher den jeweiligen Bedürfnissen genau anzupassen, da zu schwache Läutewerke infolge Überanstrengung vorzeitig abgenützt und schadhaft werden.

Das Läutewerk wird zum Zwecke der freien Schallwirkung und damit der frei ausströmende Dampf dem Locomotiv-Personale nicht hinderlich sei, auf dem Dache des Führerstandes aufgestellt. Ist letzteres so schwach ausgeführt, dass es durch das Arbeiten des Läutewerkes Schaden nehmen oder das darunter befindliche Personale durch das Dröhnen belästigen würde, so ist die Ausführung bei den schmalspurigen Locomotiven der sächsischen Staatsbahnen recht zweckmässig, nach welcher des Läutewerk auf einem Winkeleisenpaar aufzustellen ist, welches mit den Enden an den Seitenwänden des Hauses befestigt und kürzer gebogen ist als das Dachblech, so dass darunter ein freier Raum bleibt; oder es wird bei beschränktem Raume über dem Dache das Läutewerk auf

ein, an der Vorderwand des Hauses angebrachtes Consol gestellt. Die neuere Type kann an jeder Stelle der Locomotive Aufstellung finden.

Das Latowski'sche Dampfläutewerk basiert auf folgendem:

Der Deckel des mit flüssigem Inhalte am Feuer stehenden Kochtopfes klappert. Es strömt bei jedesmaliger, durch die Spannung der Dämpfe verursachten Öffnung des Deckels mehr Dampf aus als in gleicher Zeit sich erzeugt. Die daraus folgende Druckentlastung lässt den Deckel wieder zufallen, bis die Spannung wieder wächst und den Deckel hebt u. s. w. in regelmässiger Folge, was bei dem vorliegenden Läutewerke in constructive Form gebracht ist.

In ein Gefäss von einem bestimmten Rauminhalt strömt durch eine kleine Öffnung *ununterbrochen* Dampf ein, welcher durch eine grosse, durch ein Ventil geschlossene Öffnung, bei Aufgehen derselben schneller entweicht; die plötzliche Druckentlastung lässt die Klappe wieder zufallen u. s. f.

Mit der Ventilklappe ist der Hammer verbunden und hierdurch mit belastet.

Behufs Vergrösserung des Hubes der Ventilklappe bezw. des Hammers hat jene in der von ihr bedeckten Öffnung eine Verstärkung, welche, als Kolben wirkend, erst bei einem gewissen Hube dieselbe ganz frei werden lässt.

Die Bewegungs-Geschwindigkeit der Klappe bezw. die Kraft des Auftriebes ist bei Austritt der Verstärkung aus der Öffnung am grössten, von da an verlangsamt sich dieselbe, bis das Gewicht der Klappe und des Hammers die Auftriebswirkung aufhebt, die Geschwindigkeit und der Auftrieb gleich Null ist und die Klappe zuzufallen anfängt. Um die Wirkung und die Anzahl der Schläge zu vermehren, ist der Hammerstiel rückwärts verlängert und schlägt dort, wenn die Klappe soeben die Öffnung bewirkt, federnd an, den Hub dadurch begrenzend und die Kraft des Auftriebes rückwirkend machend.

Die Glocke ist derart an dem Gehäuse befestigt, dass der Hammer von aussen anschlägt, und zwar so, dass derselbe bei schliessender Klappe bezw. in der Ruhelage von der Glocke absteht und erst bei dem Schwingen der Klappe in Folge seines Gewichtes und der lebendigen Kraft durchfedernd anschlägt.

Während der Hammer nach dem Zufallen der Klappe die federnde Bewegung macht, bleibt die Klappe geschlossen; es wächst daher während dieser Zeit die Dampfspannung im Gehäuse und stösst die Klappe mit grösserer Anfangs-Geschwindigkeit auf. Das Läutewerk schlägt in gleichmässigem Tempo.

Unbedingt erforderlich ist, dass die Dampfzuleitung so beschaffen und angelegt ist, dass die Bildung von Niederschlagwasser möglichst verhindert und die selbstthätige Ableitung desselben während der Signalpausen gewährleistet sei. Es ist insoferne von Wichtigkeit, als die vorgekommenen Brüche der Glocke des Hammers oder der Gelenktheile immer die Folge des sogenannten »Durchgehens« des Läutewerkes waren. Denn das in der Dampfkammer des Läutewerkes anderenfalls angesammelte Wasser wird bei dessen Anstellen zugleich mit dem verbrauchten Dampfe durch die Ausströmung hinausgeschleudert und durch den unelastischen Anschlag des Wassers gegen das Ventil die volle Dampfwirkung beeinträchtigt. Es wird dann im Anfange häufig mehr Dampf zugelassen, als für den regelmässigen Betrieb erforderlich ist, und tritt, sobald das

Wasser gänzlich herausgeschleudert wurde, die volle Dampfwirkung nun so plötzlich ein, dass das Zurückstellen des Hammers nicht schnell genug erfolgen kann: das Läutewerk »geht durch«.

Soll dasselbe seinem Zwecke voll entsprechen, so muss die Dampfzuleitung möglichst kurz und wettergeschützt angelegt sein, und ist das Läutewerk jedenfalls höher aufzustellen als die Dampfsperrstelle (Hahn) am Kessel, und zwar so, dass dessen Dichtungsstellen für das Auswechseln der Dichtungen frei zugänglich sind.

Sehr empfehlenswert ist die Anwendung des Hahnes mit selbstthätiger Ableitung des Niederschlagwassers aus Werk und Leitung, wie ihn die Firma Latowski liefert, weil ein Hahn der gewöhnlichen Art entweder zu fest sitzt oder zu lose geht, somit nach der Dampfkammer undicht wird; so bildet sich in derselben, da sonst alles dicht schliesst, Wasser, entweder die Ursache der vorgeschilderten Störung, oder ist dasselbe bei Frostwetter, wenn die Locomotive längere Zeit im Freien steht, die Veranlassung, dass die Dampfkammer durch Eisbildung zersprengt wird.

Das Gehäuse des Läutewerkes erhält für die Abführung des etwa sich bildenden oder mitgerissenen Wassers eine kleine Durchbohrung, welche mit einer Metallausfütterung zur Verhütung der Verstopfung durch Rost versehen ist.

Der Arbeits-Widerstand des Latowski'schen Läutewerkes während des Ganges beträgt nur $^1/_4$ Atmosphäre.

Auch bei Dampfschiebebühnen hat sich das Dampfläutewerk bestens bewährt, nachdem das früher übliche einmalige Signal mit der Dampfpfeife bei Dunkelheit die Aufmerksamkeit nicht genügend erregt hat. Ausserdem ist das Dampfläutewerk vielfach auch bei Traject-Dampfschiffen (königl. Eisenbahn-Direction linksrhein., Betriebsamt Crefeld und Coblenz etc.) mit Erfolg zur Anwendung gelangt.

